



Estimación de calidad de agua para consumo humano y
conflictos sociales de algunas derivaciones del río Pance,
Municipio de Santiago de Cali

Celmy Zuley Martínez Arturo

Yurani Suárez

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

ECAPMA

2018

Estimación de calidad agua para consumo humano y
conflictos sociales de algunas derivaciones del río Pance,
Municipio de Santiago de Cali

Celmy Zuley Martínez Arturo

Yurani Suárez

Trabajo de grado aplicado para optar al título en el programa de
Ingeniería Ambiental

Director

Milton César Arart Orozco

Ingeniero Agrónomo Ph. D.

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

ECAPMA

2018

Santiago de Cali D.E. (Valle), septiembre de 2018

Dedicamos con mucho cariño y admiración este logro A:

Dios, porque sin él nada es posible y

Nuestras familias, por ser el apoyo emocional en este proceso que iniciamos ya hace muchos años y hoy por fin empezamos la ruta para culminarlo.

Celmy y Yurani

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la culminación de esta meta A:

La Universidad Nacional de Colombia por darnos la oportunidad de mejorar nuestra formación académica.

Nuestro director de proyecto de grado el Ingeniero Agrónomo Ph. D. Milton César Arart Orozco por su apoyo y

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente DAGMA por su contribución con la documentación y apoyo en la metodología del proyecto.

A la comunidad de Río Pance, especialmente los de las zonas de la derivación 4, 5 y 6 por permitirnos realizar las encuestas para nuestro proyecto de grado.

Mil y mil gracias.

Resumen

En el Municipio de Santiago de Cali, se concibió (en la época en que la comuna 22 era parte de la zona rural) el desarrollo de una red de canales de riego, para abastecer de agua las diferentes parcelaciones rurales que antiguamente conformaban dicho sector. A lo largo del paso de los años, este sector rural se incorporó a la zona urbana del municipio y además inició un proceso de rápido crecimiento poblacional y consiguó un aumento en las edificaciones y predios por los que dichos canales escurrían.

Este crecimiento acelerado generó gran necesidad de uso consuntivo para las derivaciones 4, 5 y 6 que corresponden a los canales de riego enunciados con anterioridad, este aumento en la demanda del recurso hídrico, generó que se establecieran acueductos de tipo comunitario, pero segundo y en contradicción con esa necesidad de uso para consumo, surgió la base de incorporar a cada una de las viviendas zonas de descarga de agua lluvia y en algunos de los casos, por falta de planeación de redes y servicios, instalaciones de drenaje de aguas residuales que vierten sus aguas a las derivaciones.

Con el fin no solo de identificar la calidad del agua para el consumo humano, sino de evidenciar la problemática social en las derivaciones 4, 5 y 6 del Río Pance, se plantea la estimación de 8 (ocho) parámetros del ICA (Índices de calidad), correspondiente al ICA-IDEAM, avalado en Colombia para la determinación de calidad de aguas superficiales y el CETESB, planteado en la ciudad de Sao Paulo, el cual como condición especial involucra análisis de parámetros asociados a análisis de patógenos, adicionales a los parámetros básicos fisicoquímicos. Para lo anterior se tuvo en cuenta el informe de la empresa JAM Ingeniería y Medio Ambiente para el DAGMA, además de la aplicación de una encuesta a los usuarios de las zonas donde se evidencia mayor problemática.

Palabras claves: calidad del agua para el consumo humano, conflictos sociales, derivaciones del río Pance, parámetros básicos fisicoquímicos.

Abstract

In the Municipality of Santiago de Cali, it was conceived (at the time when the 22nd commune was part of the rural area) the development of a network of irrigation channels, to supply water to the different rural subdivisions that formerly made up this sector. Throughout the years, this rural sector was incorporated into the urban area of the municipality and began a process of rapid population growth and with an increase in buildings and properties through which these channels slipped.

This accelerated growth generated great need for consumptive use for referrals 4, 5 and 6 that correspond to the irrigation channels mentioned above, this increase in the demand for water resources, led to the establishment of community-type aqueducts, but second and in contradiction with this need to use for consumption, the basis for incorporating to each of the homes rainwater discharge areas and in some cases, for lack of planning of networks and services, wastewater drainage facilities pouring its waters to the derivations.

In order not only to identify the quality of water for human consumption, but also to highlight the social problems in referrals 4, 5 and 6 of the Pance River, the estimation of 8 (eight) parameters of the ICA is proposed (Quality indices), corresponding to the ICA-IDEAM, endorsed in Colombia for the determination of surface water quality and the CETESB, proposed in the city of Sao Paulo, which as a special condition involves analysis of parameters associated with pathogen analysis, in addition to the parameters basic physicochemical For the above, the report of the company JAM Ingeniería y Medio Ambiente for the DAGMA was taken into account, as well as the application of a survey to the users of the areas where the greatest problems are evident.

Keywords: quality of water for human consumption, social conflicts, derivations of the Pance River, basic physicochemical parameters.

Tabla de contenido

	pág.
Introducción	14
1. Planteamiento del problema.....	15
2. Justificación.....	17
3. Objetivos	19
3.1 Objetivo general	19
3.2 Objetivos específicos	19
4. Antecedentes	20
5. Marco teórico	23
5.1 Índice de calidad de agua y parámetros básicos.....	23
5.2 Cuenca hidrográfica	25
5.3 Ecosistemas lóticos	26
5.4 Marco legal.....	27
6. Metodología	32
6.1 Materiales y métodos	32
6.2 Instrumentos de recolección de datos	35
6.3 Diseños metodológicos	35
6.4 Localización de la zona de estudio.....	37
5.4.1 Derivación 4.....	37
5.4.2 Derivación 5	38
5.4.3 Derivación 6	39
7. Resultados y discusión	41

7.1	Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua en las derivaciones 4, 5 y 6 del Río Pance municipio Santiago de Cali y normatividad vigente.....	41
7.1.1	Turbiedad en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6	42
7.1.2	pH en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6.....	45
7.1.3	Oxígeno disuelto OD (mg/l) en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6	47
7.1.4	Evaluación calidad para abastecimiento por pH y OD (mg/l) según RAS2000	49
7.1.5	Oxígeno disuelto (% de saturación) en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6.....	50
7.1.6	Demanda Biológica de Oxígeno (DBO mg/l) en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6.....	52
7.1.7	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO mg/l) en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6.....	55
7.1.8	Conductividad eléctrica en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6.....	57
7.1.9	Coliformes totales en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6	59
7.1.10	Sólidos Suspendidos Totales (SST) en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6	60
7.1.11	Caudal en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6	62
7.2	Conflictos ambientales presentes en las derivaciones 4, 5 y 6 del Río Pance	64
7.2.1	Análisis resultados de encuestas	64
7.2.2	Matriz Vester evaluación de conflictos.....	68
7.2.3	Conflictos ambientales por derivación.....	70
7.3.1	Control y monitoreo	71
7.3.2	Sanciones Económicas y Disciplinarias.....	71
7.3.3	Incentivos Ambientales.....	71
7.3.4	Tratamiento Técnico a Vertimiento	72

7.3.5	Educación Ambiental y Plan de Emergencia	72
7.3.6	Constitución de Grupos de Apoyos Ambientales entre los propietarios.....	73
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
	BIBLIOGRAFÍA	76
	ANEXOS	80

Lista de tablas

	pág.
Tabla 1. Variables cálculo ICA e ICA-CETESB.....	23
Tabla 2. Normatividad aplicable.....	31
Tabla 3. Puntos de muestreo caracterización condiciones río Pance (derivaciones 4, 5, 6).....	32
Tabla 4. Preservación de Muestras	35
Tabla 5. Características de las derivaciones	40
Tabla 6. Rango para parámetros objeto de análisis derivaciones 4, 5 y 6	41
Tabla 7. Resultados parámetros objeto de análisis derivaciones 4, 5 y 6	42
Tabla 8. Criterios de calidad pH y OD para abastecimiento RAS 2000.....	49
Tabla 9. Evaluación de la Fuente por pH y oxígeno disuelto según RAS 2000.....	49
Tabla 10. Evaluación de la Fuente por DBO según RAS 2000	53
Tabla 11. Matriz Vester conflictos derivaciones 4, 5 y 6	68

Lista de ilustraciones

	pág.
Ilustración 1. Elementos de protección personal	33
Ilustración 2. Molinete digital.....	34
Ilustración 3. Equipos de Análisis Físicoquímicos (izquierda) y oxímetro (derecha).....	34
Ilustración 4. Fases de la investigación.....	36
Ilustración 5. Ubicación área de estudio	37
Ilustración 6. Fotos derivación 4, Acequia Cañasgordas	38
Ilustración 7. Fotos derivación 5, Acequia Grande.....	39
Ilustración 8. Fotos derivación 5, Acequia Grande.....	39

Lista de gráficos

	pág.
Gráfico 1. Turbiedad en puntos de muestreo derivación 4	43
Gráfico 2. Turbiedad en puntos de muestreo derivación 5	44
Gráfico 3. Turbiedad en puntos de muestreo derivación 6	44
Gráfico 4. pH en puntos de muestreo derivación 4.....	45
Gráfico 5. pH en puntos de muestreo derivación 5.....	46
Gráfico 6. pH en puntos de muestreo derivación 6.....	46
Gráfico 7. Oxígeno disuelto (mg/l) en puntos de muestreo derivación 4	47
Gráfico 8. Oxígeno disuelto (mg/l) en puntos de muestreo derivación 5	48
Gráfico 9. Oxígeno disuelto (mg/l) en puntos de muestreo derivación 6	48
Gráfico 10. Oxígeno disuelto (% de saturación) en puntos de muestreo derivación 4.....	50
Gráfico 11. Oxígeno disuelto (% de saturación) en puntos de muestreo derivación 5.....	51
Gráfico 12. Oxígeno disuelto (% de saturación) en puntos de muestreo derivación 6.....	51
Gráfico 13. DBO (mg/l) en puntos de muestreo derivación 4	53
Gráfico 14. DBO (mg/l) en puntos de muestreo derivación 5	54
Gráfico 15. DBO (mg/l) en puntos de muestreo derivación 6	54
Gráfico 16. DQO (mg/l) en puntos de muestreo derivación 4.....	55
Gráfico 17. DQO (mg/l) en puntos de muestreo derivación 5	56
Gráfico 18. DQO (mg/l) en puntos de muestreo derivación 6.....	56
<i>Gráfico 19. Conductividad eléctrica en puntos de muestreo derivación 4.....</i>	<i>57</i>
Gráfico 20. Conductividad eléctrica en puntos de muestreo derivación 5	58

Gráfico 21. Conductividad eléctrica en puntos de muestreo derivación 6	58
Gráfico 22. Coliformes totales en puntos de muestreo derivación 4	59
Gráfico 23. Coliformes totales en puntos de muestreo derivación 5	60
Gráfico 24. Coliformes totales en puntos de muestreo derivación 6	60
Gráfico 25. SST en puntos de muestreo derivación 4.....	61
Gráfico 26. SST en puntos de muestreo derivación 5.....	61
Gráfico 27. SST en puntos de muestreo derivación 6.....	62
Gráfico 28. Caudal en puntos de muestreo derivación 4	63
Gráfico 29. Caudal en puntos de muestreo derivación 5	63
Gráfico 30. Caudal en puntos de muestreo derivación 6	64
Gráfico 31. Área de predios	65
Gráfico 32. Antigüedad del predio.....	65
Gráfico 33. Tipo tenencia del predio	66
Gráfico 34. Piscinas y lagos.....	66
Gráfico 35. Resultado matriz Vester conflictos derivación 4, 5 y 6.....	69

Introducción

El aumento de la contaminación de los ríos y la mala calidad de estos, ha ocasionado escasez en los recursos hídricos y la poca demanda del recurso, sin embargo las diferentes opiniones públicas han generado movimientos sociales a nivel global por personas que saben sobre el tema y demás población quienes aún desean la preservación de los recursos hídricos teniendo en cuenta que este es un recurso vital y muy necesario para las diferentes actividades humana, se han ido realizando diferentes estudios los cuales permiten diagnosticar el impacto ambiental dado que el agua tiende a disminuir en gran cantidad y a presentar contaminación generando mala calidad en el vital recurso hídrico, por esto es preocupante el uso y el cuidado que se le dé al recurso hídrico por lo tanto es necesario ir formando a la población en crear conciencia por la preservación de los recursos.

Por lo tanto, es de suma importancia este proyecto aplicado para mitigar el impacto social por medio del cual se pretende utilizar como guía para no hacer uso indiscriminado del bien común y así mismo evitar los diferentes conflictos que conllevan un uso inadecuado como lo es la captación inapropiada del recurso, la desviación de las derivación 4,5 y 6 y la mala calidad del recurso hídrico, el cual generaría la disminución del recurso y un alto impacto en los ecosistemas loticos y no se lograría un equilibrio.

El proyecto aplicado se realizó en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD del CEAD Palmira por lo que se analizaron datos de un estudio anterior propuesto por la empresa JAM ingeniería y medio ambiente para el DAGMA este para la preservación y protección de los recursos hídricos debido a la afectación en la calidad del agua por su captación y desviación.

1. Planteamiento del problema

A nivel mundial, existe una gran preocupación por conseguir la sostenibilidad de que la población cuente con el recurso hídrico. El constante crecimiento de la industrialización y la población han llevado a la contaminación del agua, afectando el ecosistema lótico.

Existen diferentes actividades que afectan la calidad del agua en los ecosistemas lóticos, las más reconocidas son las domésticas, industriales y recreativas, encargadas de arrojar desechos tóxicos que la hacen inviable para su aprovechamiento. Situación que se agrava por la inoperancia de las autoridades ambientales para ser efectiva la regulación sobre los controles a los sistemas de vertimiento.

Esta problemática también afecta a Colombia y a nivel local al municipio de Santiago de Cali, en el Valle del Cauca, especialmente por el uso indiscriminado del río Pance, importante recurso hídrico con el que cuenta la población de la Comuna 22 del municipio y quienes se constituyen en los directos afectados. El uso inadecuado e indiscriminado de este ecosistema lótico, considerado un bien público que proviene desde el origen de la fuente hídrica hasta la formación de ríos, arroyos o manantiales, se vio afectado por el crecimiento indiscriminado de proyectos de vivienda, todo agravado a raíz de que El Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali cambió el sector de zona rural a zona urbana, lo que sumado a otros factores, termina por afectar la calidad del agua del sector objeto de estudio.

Las obras levantadas en el sector hacia el río Pance dan cuenta de 290 estructuras, entre ellas están individuales o en conjunto, alcantarillado, almacenamiento, captación regulación, *Box Culbert*, canalización, disipación, unión, control, vertedero, lago, ornamental, paso de vía y rejilla. Los usos del agua en la región identifican para riego de jardines, frutas, hortalizas, pastos, uso doméstico, pecuario, llenado y lagos y uso ornamental exclusivamente. De los usuarios, 60 poseen captación, 42 no poseen concesión y 18 si cuentan con ella. Estos factores afectan de una u otra forma la calidad del agua

Dado el anterior contexto se plantea la siguiente pregunta problema:

¿Cuál es la calidad hídrica y los conflictos ambientales de algunas derivaciones del río Pance, en el municipio de Santiago de Cali?

Se realiza una recopilación de usos y usuarios del recurso hídrico (Derivaciones 4, 5 y 6 del Río Pance y la Quebrada Gualí) de la comuna 22 del municipio de Santiago de Cali, se establecieron, según las encuestas de campo, en general en la comuna, por donde se tiene certeza que circulan las corrientes superficiales, se identifican zonas, aquellas donde se presenta por percepción organoléptica de la comunidad y deterioro en la calidad del agua. Además este levantamiento de usos y usuarios, incluyó el respectivo levantamiento de vertimientos, una vez se procesada la información, se procedió a determinar la necesidad de generar perfiles de calidad a lo largo del paso de las derivaciones nombradas anteriormente y la quebrada Gualí, en su escurrimiento por la Comuna, se generó dicho análisis de calidad, buscando determinar el deterioro de la misma y la contaminación de las fuentes hídricas, asociado el problema a la condición social en que se encuentran los cuerpos de agua enunciado, ya que a pesar de ser un bien público, en este caso se encuentran sobre predios privados, donde en muchos de los casos, no se puede ejercer poder de la autoridad ambiental por la condición socioeconómica del área de estudio.

2. Justificación

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, es un ente autónomo de orden nacional, con régimen especial, personería jurídica, autonomía académica, administrativa y financiera, patrimonio independiente y capacidad para gobernarse, vinculado al Ministerio de Educación Nacional en los términos definidos por la Ley 30 de 1992 (Acuerdo CSU No. 0015 de 2012). Desde su autonomía académica, la UNAD propende por la formación básica específica, el fomento del espíritu científico o investigativo y, la formación Socio-humanista, articulada al Proyecto Académico Pedagógico Solidario PAP'S. Precisamente el carácter investigativo y Socio-humanista de la UNAD posibilita su acción en torno al diagnóstico y solución de problemas que presentan diferentes sectores sociales y productivos de nuestro país. Al mismo tiempo, la UNAD reconoce la importancia de la adecuada relación hombre-naturaleza como mecanismo fundamental para alcanzar verdaderas sociedades sustentables.

La escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA, bajo esta mirada de la UNAD propende por el fomento de la investigación enfocada al desarrollo de nuevas tecnologías agroambientales que reduzcan los impactos que actualmente ocasiona la agricultura industrial, como la degradación del suelos, la contaminación de cuerpos de agua y la emisión de GEI; siendo algunos de los problemas a abordar mediante el enfoque sistémico investigativo. La situación actual de los suelos del departamento del Valle del Cauca donde la UNAD tiene injerencia es desalentadora, ya que gran parte presentan problemas como compactación, erosión y salinización, causados principalmente por actividades derivadas de la agricultura intensiva.

Debido a las problemáticas evidenciadas en el desarrollo del proyecto de consultoría cuyo objeto corresponde a: estudio hidrológicos en la fase I para la reglamentación de las corrientes hídricas en la comuna 22, quebradas derivaciones, subderivaciones, ramificaciones, subramificaciones, 4, 5 y 6 del río Pance, celebrado entre Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA) del Municipio Santiago de Cali y la empresa consultora JAM Ingeniería y Medio Ambiente S.A.S, donde se abordó una identificación de usos y usuarios de las corrientes hídricas mencionadas por el objeto contractual, que conllevó a notar, que las corrientes hídricas superficiales, pese a que corresponden a un bien público, el hecho de entrar a hacer parte

de un predio, convierte dicho bien en el beneficio de un privado, dejando no solo cerrada a la comunidad en general, la posibilidad de desarrollar actividades ambientales en torno al agua y su espacio natural, sino que además se evidencia un mal uso, en cuanto al mal aprovechamiento y la inequidad en la repartición del agua, además del aumento considerable del deterioro de la calidad, evidenciado en los recorridos de campo realizados con anterioridad.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Estimar la calidad hídrica y conflictos ambientales de algunas derivaciones del río Pance, Municipio de Santiago de Cali.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua en las derivaciones 4, 5 y 6 del Río Pance municipio Santiago de Cali y compararlos con la normatividad vigente.
- Evaluar los diferentes conflictos ambientales presentes en las derivaciones 4, 5 y 6 del Río Pance- municipio Santiago de Cali teniendo en cuenta los diferentes actores sociales implicados.
- Proponer alternativas para mitigar los conflictos ambientales para las derivaciones 4, 5 y 6 del Río Pance- municipio Santiago de Cali

4. Antecedentes

El deterioro de las fuentes hídricas a nivel mundial es un hecho real y actual, para el caso colombiano, los ríos y mares reciben y transportan cargas contaminantes de agua utilizadas en los diferentes procesos socioeconómicos y vertidas mayoritariamente sin tratamiento previo; además, son los receptores de altos volúmenes de sedimentos originados por procesos de erosión, bien sea de origen natural o por acción del hombre (Minambiente., s.f.)

La problemática y situaciones presentadas particularmente por las actividades industriales y disposición directa de contaminantes a sus cauces. Es un reflejo del incumplimiento de la normativa ambiental y de las pocas acciones encaminadas al control de este problema por parte de las entidades encargadas del tema, adicionalmente la cultura ciudadana, basada en costumbres y poca credibilidad frente a la problemática ambiental, así como la falta de interés y compromiso a la hora de actuar es otra causa de contaminación del Río Pance, pues esto genera poco cuidado y atención al problema planteado, poniendo toda la responsabilidad sobre los entes de control, evadiendo responsabilidades individuales y gubernamentales (Rozo, 1999).

Frente a este panorama es necesario hacer una identificación de los contaminantes presentes en la fuente objeto de estudio y levantar un diagnóstico, para el cual se puede utilizar el ICA que es el Índice de Calidad del Agua, mediante el ICA se define con un valor numérico la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco o seis variables, registradas en una estación de monitoreo j en el tiempo t . (Castro, Almeida, Ferrer, & Díaz, 2014)

En relación con la calidad del agua del río Pance en el año 1980 no hay datos previos, se presume que en esta época el cuerpo de agua aún conservaba su condición natural o los impactos ambientales generados sobre las corrientes tenían una menor incidencia de la que presentan en la actualidad. La cuenca alta del río Pance, evaluada antes de la población de Pance en vereda El Pato, exhibe aguas de buena calidad ambiental. En esta estación existe el mayor número de familias y taxones, el mayor índice biótico y los más altos índices de riqueza y diversidad, lo cual se refleja en la presencia de grupos sensibles al deterioro ambiental y catalogado como clase I en términos

de bioindicación. El tipo y la distribución de las poblaciones de macroinvertebrados presentes indican que en la zona hay un buen equilibrio y no hay signos de perturbaciones ecológicas significativas. El índice ICA es el mayor porcentaje en esta estación, cuyo valor alcanza el 86.1%, que corresponde a una agua de óptima calidad para la preservación de la flora y la fauna. En el Ecoparque del río Pance, que corresponde a la cuenca media, se observa una leve tendencia a la disminución de los valores en los indicadores ambientales de calidad del agua, sin que la situación se pueda considerar crítica para la corriente. El río conserva una buena diversidad de fauna bentónica, con organismos de perfil ambiental más amplio en términos de bioindicación de calidad del agua en donde el tipo de organismos que predominan en la zona son aquellos cuya tolerancia ambiental es amplia, el índice biótico decrece un poco, esto corresponde a ambientes en donde se considera que el agua está ligeramente contaminada y manifiesta algunos efectos del enriquecimiento de carga orgánica residual derivada de la intervención antrópica de la corriente del sector, obteniendo un ICA de 74,6% que todavía corresponde a un registro de aguas de buena calidad ecológica. En la cuenca baja, sector de la Viga, la corriente muestra el mayor nivel de intervención antrópica y deterioro. Todos los indicadores ambientales muestran tendencia decreciente. El índice biótico baja a 52% y en términos de riqueza y diversidad, los valores no son los mejores. Los organismos de mayor abundancia en la zona están relacionados con aquellos grupos de mayor resistencia a la modificación del hábitat y la calidad del agua. El índice ICA muestra un valor de 69.0% y el índice de contaminación por materia orgánica se incrementa al doble con respecto a su valor en la cuenca alta, aunque su valor número no representa una situación crítica para la corriente (Pérez, Sánchez, & Zúñiga, 2014).

A partir de la información generada por el anterior estudio acerca de la calidad del agua y con base en el análisis integral de todos los indicadores ambientales calculados en el río Pance, se puede determinar que los indicadores obtenidos en su parte alta se ubican en la clase I de óptima calidad. En su cuenca media el agua no se encuentra alterada de manera sensible y se puede catalogar de buena calidad o clase II de acuerdo a los indicadores arrojados en el estudio, y en la parte baja, a pesar de mostrar menor valor en su índice biótico, el cual indica una contaminación importante y deterioro de hábitat, pero a pesar de esto aún conserva buenos índices de calidad de agua clasificándose en clase II; pero muy próxima al límite inferior de la categoría y con clara tendencia de degradación hacia clase III según estudios realizados. Otros estudios realizados al

inicio del perímetro urbano, entre los años 2001 y 2013 la calidad del río Pance se ha clasificado en el rango de Aceptable. Para la salida del perímetro urbano, en el año 2001 la calidad fue Mala, para el año 2002 la calidad fue Regular, y para los años 2011, 2012 y 2013 la calidad fue Aceptable. “Lo anterior muestra que las acciones correctivas en cuanto a mejoramiento de la calidad de agua del río Pance al final del perímetro urbano han sido efectivas, mostrando una mejoría a través del tiempo” (Fundación Agua y Paz, 2013, pág. 4)

Por lo anterior se determina que Pance es el único afluente que mantiene la buena calidad en su agua a su paso por el casco urbano. Revelando que a pesar de que hay avances en el mejoramiento de la calidad del agua de los ríos, todavía hay impactos antrópicos (acción del hombre) sobre los cauces. De acuerdo con el informe presentado por la autoridad ambiental competente en el año 2013, se han tomado correctivos para mitigar las conexiones erradas de alcantarillado, pero se hace necesario intensificar las actividades de diagnóstico con el fin de identificar nuevos puntos críticos de vertimientos de aguas residuales y priorizar su corrección; como también implementar actividades enfocadas a la cultura ciudadana y educación ambiental en toda la comunidad (Martínez, 2014).

5. Marco teórico

5.1 Índice de calidad de agua y parámetros básicos

El Índice de calidad del agua es el valor numérico que califica en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco o seis variables, registradas en una estación de monitoreo j en el tiempo t . (IDEAM, s.f.)

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n W_i I_{ikjt} \right) \quad (1)$$

Donde:

ICA_{njt} : índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t , evaluado con base en n variables.

W_i : ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad i .

I_{ikjt} : es el valor calculado de la variable i (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo j , registrado durante la medición realizada en el trimestre k , del período de tiempo t .

n : número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5, o 6 dependiendo de la medición del ICA que se seleccione.

El ICA propone seis variables, mientras que el ICA-CETESB utiliza nueve para hallar el índice de calidad del agua. (Tabla 1)

ICA	ICA-CETESB
Oxígeno disuelto OD	Temperatura
DQO	Oxígeno disuelto
Sólidos totales suspendidos SST	DBO
Nitrógeno total/Fosforo total	Sólidos totales
Conductividad eléctrica C.E.	Turbiedad
pH	Fósforo total
Oxígeno disuelto OD	Nitrógeno total
	pH
	Coliformes totales

Tabla 1. Variables cálculo ICA e ICA-CETESB

A continuación, se explica cada una de las variables del ICA-CETESB:

Demanda biológica de oxígeno DBO: este es un parámetro importante para determinar la calidad del agua el cual se realiza para establecer la cantidad de oxígeno que los microorganismos (bacterias) realizan en la degradación de sustancias orgánicas, teniendo en cuenta que si hay más materia orgánica más alto será el valor del DBO.

Demanda química de oxígeno DQO: esta se basa para determinar el grado de contaminación que presenta la muestra de agua y se obtiene de acuerdo con la cantidad de oxígeno que utiliza para oxidar la materia orgánica y a su vez convertirla en dióxido de carbono y agua. En mayor proporción de DQO más contaminación se encuentra en la muestra.

Sólidos suspendidos totales SST: estos se encuentran suspendidos en la materia orgánica, los cuales son establecidos por los sólidos sedimentables, sólidos de materia orgánica en suspensión y/o coloidal, y son retenidas en un elemento filtrante de microfibra de vidrio. Para la identificación de la cantidad de sólidos suspendidos en el agua se realiza el muestreo y así se localiza la cantidad de estos. Este parámetro de acuerdo con la normatividad vigente sus límites permisibles para el análisis de calidad del agua superficial NMP 2.000.

Turbiedad: mediante este indicador se mide el nivel de transmitancia de la luz en el agua, es un parámetro que indica la calidad del agua en relación a la materia suspendida coloidal y residual, es importante tener presente que no tiene relación con la concentración de sólidos suspendidos, pues la turbiedad varía según la fuente de luz, el método de medición y las propiedades de absorción de la luz del material suspendido (Trujillo, y otros, 2014).

Concentración de oxígeno disuelto. Es un indicador de la salud de ríos, arroyos y manantiales. Altos niveles de oxígeno en el agua expresan su calidad y son necesario para la supervivencia de algunos peces y organismos y el soporte de la vida animal y vegetal. La concentración de oxígeno en agua es por tanto un indicador de cuan contaminada está el agua. (Peña, Cantera, & Muñoz, 2017)

pH: “El potencial hidrogenión (pH), es la unidad de medida de la acidez y de la basicidad del agua. En los ecosistemas acuáticos el pH está en función de la cantidad de CO₂ disuelto y constituye un indicador del metabolismo de las comunidades animales y vegetales” (Peña, Cantera, & Muñoz, 2017, pág. 82).

Coliformes fecales: “Los coliformes fecales son exclusivamente de origen fecal (a diferencia de los coliformes totales) por lo tanto su presencia es debida a vertimiento o presencia de excretas de animales de sangre caliente. Los coliformes fecales usualmente no sobreviven mucho tiempo fuera del intestino excepto en aguas tibias de climas tropicales, por esta razón son utilizados como indicadores de contaminación fecal reciente” (Peña, Cantera, & Muñoz, 2017, pág. 184)

Coliformes totales: “Los coliformes totales son un grupo de bacterias que han sido utilizadas durante muchas décadas como el indicador idóneo para la calidad del agua” (Peña, Cantera, & Muñoz, 2017, pág. 183).

Conductividad eléctrica: este indicador “evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, mide la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio). La conductividad en los cuerpos de agua dulce se encuentra primariamente determinada por la geología del área a través de la cual fluye el agua en la cuenca. Se expresa en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$)” (Peña, Cantera, & Muñoz, 2017).

5.2 Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es un drenaje natural que realiza su drenaje hacia el mar de un único río, es delimitada por la línea de la cumbre (divisorias de aguas), estas se dividen en dos, en cuenca endorreica y exorreica ambas llegan a el mar o a el lago, son importantes para el medio ambiente (Ramakrishna, 1997).

5.3 Ecosistemas lóticos

Los **ecosistemas lóticos** son corrientes fluviales que se caracterizan por ser rápidas y estar en constante movimiento. Un ejemplo de estos ecosistemas son los ríos y los arroyos. En estas corrientes fluviales habitan una gran cantidad de microorganismos que trabajan como productores y consumidores. Las corrientes fluviales y los microorganismos, vistos de manera macroscópica, conforman el ecosistema lótico.

Característica de los ecosistemas lóticos

Su corriente es unidireccional. Es decir, la corriente sigue un solo curso. Por lo general, estas corrientes se originan de erosiones y/o depresiones en la corteza terrestre que crean caminos por los cuales el agua correrá siempre en una sola dirección.

Las aguas están en constante movimiento y son turbias. Esto trae como consecuencia que la luz penetre con mucha dificultad al fondo del río. Esto dificultará la supervivencia de algunas especies de algas y microorganismos en el fondo del río que dependan de los rayos solares.

Proviene de diversas fuentes. Proviene por ejemplo directamente de las montañas o por filtración de la corteza terrestre.

Los ecosistemas lóticos pueden presentar problemas o conflictos ambientales, los cuales pueden ser definidos como las luchas generadas por los efectos de la contaminación en ciertos grupos o por los sacrificios causados por la extracción de recursos naturales, de los cuales muchos se convierten en incidentes colectivo, que motivan a personas de un lugar concreto a expresar críticas.

5.4 Marco legal

Decreto Ley 2811 de 1974, Código Nacional de Recursos Naturales Renovables.

Establece en la Parte III Título II que todas las personas tienen derecho a utilizar las aguas de dominio público para satisfacer sus necesidades elementales, siempre que con ello no se cause perjuicio a terceros; que salvo disposiciones especiales, sólo puede hacerse uso de las aguas en virtud de una concesión y que en caso de escasez, de sequía u otros semejantes, se podrá variar la cantidad de agua y el orden establecido para hacerlo. Dispone que las concesiones otorgadas no serán obstáculo para que con posterioridad a ellas, se reglamente la distribución de las aguas de manera general para una misma corriente o derivación y consagra que las personas que puedan resultar afectadas con la reglamentación, tienen el derecho de conocer los estudios y de participar en la práctica de las diligencias correspondientes (artículos 134, 155, 156 y 157). (Presidencia de la República, 1974)

En este sentido, la reglamentación del uso de las aguas, es la aplicación de un conjunto de acciones de orden técnico y jurídico, dentro del marco legal vigente, destinadas a obtener una mejor distribución de las aguas de un acuífero, corriente o derivación teniendo en cuenta las condiciones actuales y futuras de su uso y las características biofísicas, sociales y económicas de su zona de influencia; el objetivo final es evitar conflictos entre usuarios por el acceso al recurso y disminuir la presión sobre el mismo, mientras se da un uso eficiente y equitativo estableciendo prioridades de consumo. Se puede suponer que hay tendencia deficitaria y se requiere reglamentar cuando el caudal concesionado o demandado sobrepasa el 50% del caudal total disponible en épocas de sequía (MAVDT, 2005).

Decreto 1541 de 1978.

Constituye el marco regulatorio en lo relacionado al proceso de reglamentación de los usos del agua, enuncia que cuando se estime conveniente, de oficio o a petición de parte, la autoridad ambiental competente – AAC reglamentará, con base en estudios preliminares que determinen su conveniencia, el aprovechamiento de cualquier corriente o depósito de aguas públicas, así como

las derivaciones que beneficien varios predios, distribuyendo los caudales para los usos contemplados teniendo en cuenta un orden de prioridad, dando prelación a la utilización para el consumo humano, colectivo o comunitario, sea éste urbano o rural (artículos 36 y 41) y prevé la posibilidad de declarar agotada una fuente de agua cuando los permisos o concesiones de uso alcancen o excedan el caudal disponible. (República de Colombia Ministerio de Agricultura, 1974)

Toda reglamentación de aguas afecta los aprovechamientos existentes, es de aplicación inmediata e implica concesiones para los beneficiarios quienes quedan obligados a cumplir las condiciones impuestas en ellas y sujetos a las causales de caducidad de que trata el Decreto-ley 2811 de 1974 y el Decreto 1541 de 1978. Si como resultado de los estudios de reglamentación, el balance es positivo, se puede plantear un proyecto de distribución, si es negativo es decir si las fuentes disponibles no suplen la demanda se deben buscar alternativas de abastecimiento e inclusive, pensar en la opción de la declaratoria de agotamiento del recurso y en este sentido, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en la guía para la reglamentación del uso de las aguas, recomienda delimitar reservas de agua dentro de las cuales se prohíba otorgar permisos o concesiones para todos o determinados usos del recurso, cuando la disponibilidad real de las fuentes sea menor que la considerada en el proyecto de distribución, con el fin de adelantar programas de restauración, conservación o preservación de la calidad o cantidad de las aguas, o de mantener una disponibilidad de aguas públicas acorde con las necesidades actuales y proyectadas.

Ley 99 de 1993

La responsabilidad de ejecución de los procesos de reglamentación del uso de agua, mediante la ley 99 de 1993, le es adjudicada a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), las cuales actúan sobre las cuencas que pertenezcan a su jurisdicción. En los casos en que dos o más Corporaciones Autónomas Regionales tengan jurisdicción sobre un ecosistema o sobre una cuenca hidrográfica comunes, constituirán de conformidad con la normatividad vigente, una comisión conjunta, encargada de concertar, armonizar y definir políticas para el manejo ambiental correspondiente (parágrafo 3º del artículo 33 de la Ley 99 de 1993). (Congreso de Colombia, 1993)

Decreto 3930 de 2010

La expedición del Decreto 3930 de 2010, establece el nuevo marco para el ordenamiento del recurso hídrico con fines de mejoramiento de la calidad y deja intacto lo concerniente al procedimiento para la reglamentación de los usos del agua contenido en el Decreto 1541 de 1978; sin embargo, el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico deberá definir la conveniencia de adelantar la reglamentación del uso de las aguas, de conformidad con lo establecido en el artículo 108 del Decreto 1541 de 1978. Así mismo, dará lugar a su ajuste (párrafo 1° del artículo 8 del Decreto 3930 de 2010). El artículo 7° establece para los modelos de simulación de la calidad del recurso hídrico se pueden aplicar los siguientes parámetros: DBO5 (Demanda bioquímica de oxígeno a cinco (5) días, DQO Demanda Química de Oxígeno, SS Sólidos Suspendidos, pH Potencial de Ion Hidronio, H+, T Temperatura, OD Oxígeno Disuelto, Q Caudal, datos hidrobiológicos y Coliformes totales y coliformes fecales. (Presidente de la República de Colombia, 2010)

Decreto 1640 de 2012

Reglamenta la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, prevé que en las fases de elaboración de dichos planes se deben considerar los instrumentos de planificación y/o manejo de recursos naturales renovables existentes, tales como la reglamentación del uso de las aguas, y que en caso de ser conducente, estos instrumentos deben ser ajustados y armonizados por la respectiva autoridad ambiental competente en la fase de ejecución, a la luz de lo definido en el respectivo plan. (Presidente de la República de Colombia, 2012)

Decreto 1076 de 2015

Se debe tener en cuenta el Decreto 1076 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. “Las Autoridades Ambientales Competentes cobrarán las tasas por utilización de agua mensualmente mediante factura expedida con la periodicidad que determinen, la cual no puede ser mayor a un (1) año (pág. 619), “promover la conservación y recuperación importancia estratégica la conservación de recursos hídricos que

surten de agua a los acueductos municipales, distritales y mediante adquisición y mantenimiento de áreas y la financiación de los esquemas pago por servicios ambientales” (página 636), “las autoridades ambientales podrán imponer alguna o algunas de las siguientes sanciones de acuerdo con las características del infractor, el tipo de infracción y la gravedad de la misma” (pág. 647). (Presidencia de la República, 2015)

Resolución 2115 de 2007

Presenta las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Especifica que el Escherichia Coli, conocido más como E-coli, es un bacilo aerobio Gram Negativo no esporulado, permite determinar la contaminación del agua para consumo humano por materia fecal a través de un indicador microbiológico (art. 1). El artículo 2º especifica que el valor máximo aceptable para características físicas como turbiedad es 2, para conductividad puede ser hasta 1000 microsiemens/cm, por su parte, el artículo 11º determina que mediante la técnica de filtración por membrana las coliformes totales debe tener un valor máximo aceptable desde el punto de vista microbiológico de 0 UFC/100cm³, la técnica enzima sustrato < de 1 microorganismo en 1 00 cm³, sustrato definido 0 microorganismos en 100 cm³ y por último para la técnica Presencia-Ausencia un valor de Ausencia en 100 cm³. (Ministro de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial., 2007)

Resolución 631 de 2015

Por la cual se establecen los parámetros y valores límites máximos en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.

El artículo 8º especifica que el pH medido en Unidades de Ph tiene valores entre 6,00 y 9,00, en el parámetro de Demanda química de Oxígeno (DQO) los parámetros fisicoquímicos son mg/L02, los valores límites máximos permisibles en vertimientos de aguas residuales domésticas de las soluciones individuales de saneamiento de vivienda unifamiliares o bifamiliares es de 200,00 y para los prestadores de servicios públicos de alcantarillado con una carga menor o igual a 625,00 kg/DIA KBO5 es de 180.00. En la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO⁵) los

prestadores tienen un valor máximo permisible de 90 mg/l O₂. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

En la Tabla 2, se muestra un resumen de la normatividad aplicable acerca del proceso de reglamentación de corrientes hídricas.

Norma	Descripción
Decreto 2811 de 1974, Parte III, Títulos VI, VII y VIII	Uso, conservación y preservación de las aguas y administración de las aguas y cauces.
Decreto 1541 de 1978, Título V	Reglamentación del uso de las aguas y declaración de reservas y agotamiento
Ley 99 de 1993, TÍTULO VI	Corporaciones Autónomas Regionales
Decreto 3930 de 2010	Usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados
Decreto 1640 de 2012	Reglamenta los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Tabla 2. Normatividad aplicable

Fuente: autor

6. Metodología

6.1 Materiales y métodos

En el análisis de los parámetros básicos se tuvieron en cuenta seleccionar 19 puntos de referencia distribuidas en las tres derivaciones.

El artículo 7° del Decreto 3930 de 2010 establece para los modelos de simulación de la calidad del recurso hídrico se pueden aplicar los siguientes parámetros: DBO5 (Demanda bioquímica de oxígeno a cinco (5) días, DQO Demanda Química de Oxígeno, SS Sólidos Suspendidos, pH Potencial de Ion Hidronio, H+, T Temperatura, OD Oxígeno Disuelto, Q Caudal, datos hidrobiológicos y Coliformes totales y coliformes fecales. (Presidente de la República de Colombia, 2010)

En la investigación se involucraron cinco de los de los nueve parámetros del ICA CETESB: oxígeno disuelto, DBO, turbiedad, pH y coliformes totales, además de análisis de la conductividad eléctrica y Sólidos Suspendidos Totales propuesto por el ICA. (Tabla 3)

Cauce	Puntos de muestreo	Parámetros a analizar
Derivación 4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio de la derivación 2. Acueducto la Riverita 3. Frente a la San Buenaventura 4. Después de San Buenaventura 5. Casa Cural San Buenaventura 6. Frente a la universidad Javeriana 7. Colegio Claret 	<p>ICA e ICA CETESB Oxígeno disuelto</p> <p>ICA CETESB Turbiedad pH DBO</p>
Derivación 5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio de derivación 2. Llanos de Pance 3. Puente Callejón Vila China Calle 11 4. Parque de las Garzas – Súper Inter 5. Vivero Amanecer La María 6. Salida Jamundí el Llanerito 7. Vivero sobre autopista Cali-Jamundí 8. Frente a Casa Hermanas de La Providencia 9. Sobre Calle 16ª 	<p>Coliformes fecales (se analizan los coliformes totales, los cuales incluyen también a los fecales)</p> <p>ICA Conductividad eléctrica Sólidos suspendidos totales</p> <p>DECRETO 3930 de 2010 Caudal</p>
Derivación 6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio de derivación 2. CNB Shalom 3. Quebrada Gualí – Aguas Abajo 4. Quebrada Gualí – Aguas Arriba 	

Tabla 3. Puntos de muestreo caracterización condiciones río Pance (derivaciones 4, 5, 6)

La medición de parámetros en campo se realizó mediante equipos portátiles, tales como sondas multiparamétricas, pH-metros, Termómetros, Oxímetros y Molinetes o Micromolinetes. A continuación se especifica el equipo y material utilizado para realizar las visitas de campo:

Elementos de Protección personal: gafas, botas pantaneras, traje fontanero, guantes de nitrilo, arnés, botiquín de primeros auxilios (por comisión de trabajo), repelente.



Ilustración 1. Elementos de protección personal

Equipo de campo: lazo, baldes, neveras de icopor, cinta métrica, cinta de enmascarar, sellos de seguridad, hielo, reglas en madera, cámara digital y GPS (Por comisión).

Equipo para vadeo: molinete digital, micromolinete.



Ilustración 2. Molinete digital

Equipo para análisis fisicoquímico: recipientes plásticos y de vidrio, pHmetro, probeta, termómetro, oxímetro.



Ilustración 3. Equipos de Análisis Fisicoquímicos (izquierda) y oxímetro (derecha)

La recolección y preservación de las muestras se efectuó siguiendo las técnicas descritas en el "*Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater*", Edición No. 22 y en la Guía para el Monitoreo de vertimiento, aguas superficiales y Subterráneas – IDEAM.

Las muestras fueron debidamente tomadas y preservadas de acuerdo con los parámetros de la tabla 4.

Ensayo	Método	Tipo de muestra	Recipiente contenedor	Preservación	Volumen de muestra (mL)	Almacenamiento máximo
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	Incubación 5 días y electrodo de membrana, SM5210B, SM 4500-OG	Compu esta 6h	Plástico	Conservado a $>0^{\circ}\text{C}$ - $\leq 6^{\circ}\text{C}$	3000	6 h
Demanda química de oxígeno (DQO)	Tubo sellado a pequeña escala ISO15705-2002	Compu esta 6h	Plástico o vidrio	Conservado a $>0^{\circ}\text{C}$ - $<6^{\circ}\text{C}$	100	7 d

Tabla 4. Preservación de Muestras

6.2 Instrumentos de recolección de datos

Para la investigación se tienen en cuenta dos instrumentos de recolección de datos:

Informe Estudio Hidrológicos del JAM para el DAGMA: de este informe se seleccionan los parámetros de turbiedad, pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, coliformes totales, sólidos suspendidos totales y caudal, tomados por muestreo por medio del Laboratorio Análisis Ambiental durante el periodo 9 al 23 de octubre de 2017. Para la calidad del consumo humano se tomaron los parámetros de RAS 2000 según pH mínimo (pH1) y máximo (pH2) y el OD (mg/l), así como los indicados para la DBO mg/l.

Encuesta: para la encuesta se toma como formato el propuesto por el Departamento Administrativo de Gestión Del Medio Ambiente - DAGMA y JAM Ingeniería y Medio Ambiente S.A.S., el cual ya ha sido validado y aplicado en la identificación de conflictos por el recurso hídrico.

Para la derivación 4 se analizan y evalúan a través de la Matriz Vester un total de 11 encuestas, en la derivación 5 un total de 15 encuestas y en la derivación 6 un total de 8 encuestas, así como la información de los parámetros de análisis sobre la calidad del recursos hídrico para consumo doméstico. (Anexo A)

6.3 Diseños metodológicos

El proyecto se lleva a cabo en dos fases (Ilustración 4). La primera determina las variables de análisis de la calidad del recurso hídrico y los parámetros que se tienen en cuenta para el trabajo de campo en las derivaciones 4, 5 y 6 del Río Pance.

En la segunda fase se lleva a cabo el cumplimiento de los objetivos de la investigación aplicando una revisión bibliográfica y la encuesta para la recolección de la información que permite proponer las alternativas de uso y manejo del recurso hídrico en las derivaciones analizadas.

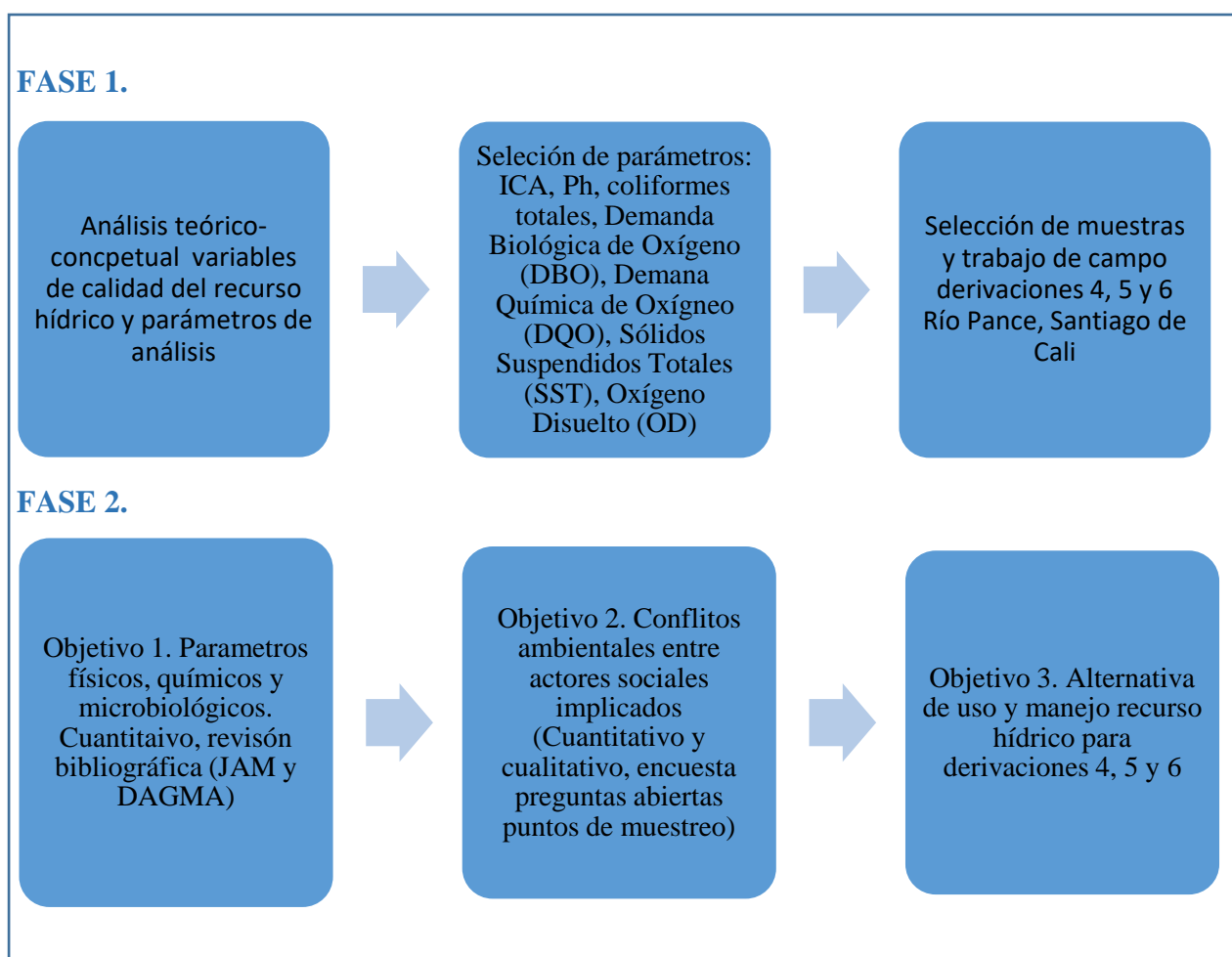


Ilustración 4. Fases de la investigación

6.4 Localización de la zona de estudio

La zona de estudio corresponde a la comuna 22, del Municipio de Santiago de Cali, departamento del Valle del Cauca, está zona limitada por el área de jurisdicción de Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente-DAGMA. El trabajo se centra en los predios usuarios de las derivaciones 4, 5 y 6 del Río Pance.

La ilustración 5 presenta la ubicación del área de estudio demarcándola al sur occidente del departamento del Valle del Cauca.

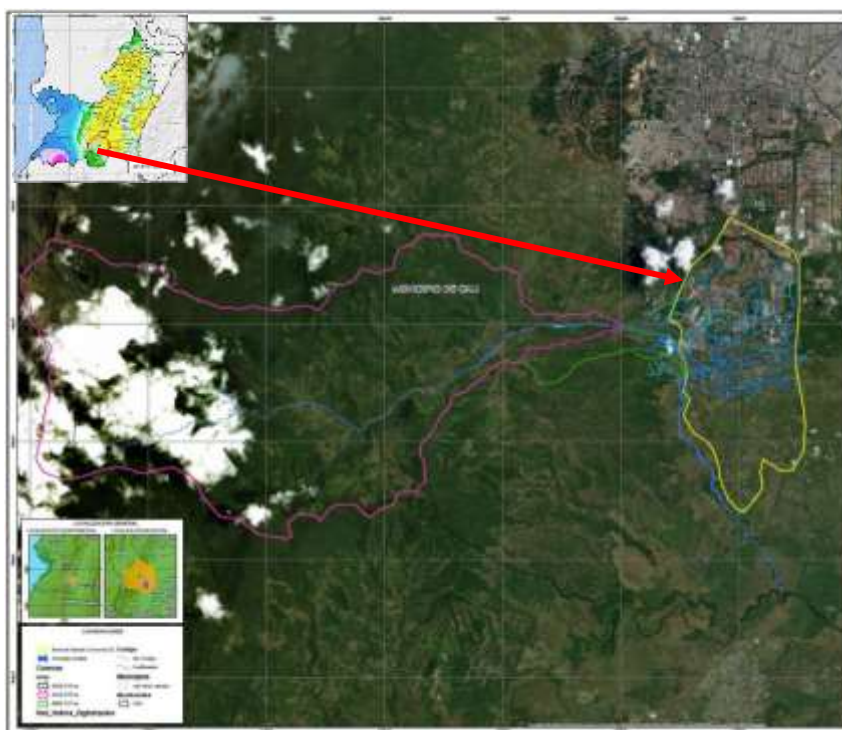


Ilustración 5. Ubicación área de estudio

5.4.1 Derivación 4

La derivación 4 con un área de 64,3 km², nace en el río Pance en predios del Ecoparque del Río Pance, mediante la colocación de trinchos en piedra que derivan el cauce principal hacia la denominada derivación 4, desde la zona de la captación hasta el perímetro urbano y jurisdicción

del DAGMA se tiene captación de un acueducto operado por EMCALI denominado la Riverita y un acueducto que corresponde a un predio privado, además de captación por motobomba para usos diferentes acueducto en el predio del Club el Samán en este tramo el lecho es de material rocoso.

Presenta a lo largo de su tránsito por la Comuna 22 del Municipio de Santiago de Cali un total de 3 Acueductos comunales (Aprofinca, El Retiro y Cañas Gordas), además de los respectivos acueductos de diferentes predios, se tiene a su vez presencia de gran parte de las instituciones universitarias como la Universidad San Buenaventura, la Universidad Javeriana, La universidad Católica la Uniclaretiana, las cuales tiene un sistema de acueducto propio, además de derivaciones para llenado de lagos, entre otros colegios e instituciones tanto educativas como religiosas.



Ilustración 6. Fotos derivación 4, Acequia Cañasgordas

5.4.2 Derivación 5

Tiene un área de 64,3 km², nace en el Ecoparque del Río Pance, por la configuración de trinchos en piedra que derivan el río, este al igual que la derivación 4, hace su recorrido por el área cuya jurisdicción pertenece a la CVC, hasta el inicio del área de la jurisdicción del DAGMA en el Condominio Llanos del Pance, donde posteriormente en el Colegio Ágora tiene su primera Subderivación.

El recorrido de la derivación 5 finaliza dentro de la jurisdicción del DAGMA y de la comuna 22 en el paso de la vía Panamericana y en la entrega al Río Lili.



Ilustración 7. Fotos derivación 5, Acequia Grande

5.4.3 Derivación 6

Con un área de 66,9 km², nace en el río Pance en una zona publica al lado del puente de acceso al club del Deportivo Cali, con la configuración de trinchos en piedra que desvían parte del caudal del río hacia la Derivación Numero 6, esta presenta como primer usuario el Club Shalom, el cual posee un acueducto propio, además del uso de la derivación para el llenado de lagos, que posteriormente retornan sus aguas a la derivación.



Ilustración 8. Fotos derivación 6

La tabla 5 presenta datos característicos de cada cuenca teniendo en cuenta el área de drenaje, perímetro, altitud mínima, longitud recta, forma según el índice de Gravelius oval-oblonga-rectangular-oblonga al ser mayor de 1,5, factor de forma que tiene en cuenta la relación del ancho de la cuenca y su longitud con un $K_f < 1$ especifica que tiende a ser alargada, baja susceptibilidad

a las avenidas, un índice de alargamiento (I_A) que mide la relación de la longitud con el ancho si es >1 la cuenca tiene una característica alargada y un coeficiente de masividad (K_m) que mide la relación entre la altura media de la cuenca y el área especificando un rango 0-35 como clase muy montañosa.

Cuenca	Área (km ²)	Perímetro (km)	Altura mínima (msnm)	Longitud recta	Longitud cauce (km)	Índice Gravelius	Factor de forma K_f	Índice de alargamiento (I_A)	Coficiente de masividad
Hasta derivación 6	66,9	49,2	1040	16	21,1	1,7	0,26	2,76	32,8
Hasta derivación 5	64,3	44,6	1070	14,6	18,6	1,57	0,30	2,52	34,1
Hasta derivación 4	64,3	44,1	1130	14,3	18,3	1,55	0,32	2,47	34,1

Tabla 5. Características de las derivaciones

7. Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados dando cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos propuestos, primero se presentan los parámetros físicos químicos y microbiológicos y se comparan con la normatividad vigente teniendo en cuenta cada una de las derivaciones o consolidándolas en un gráfico, posteriormente se identifican los conflictos ambientales en las respectivas derivaciones del río Pance que se incluyeron en el estudio y por último se proponen las alternativas para contrarrestar los conflictos que se presentan en la zona.

7.1 Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua en las derivaciones 4, 5 y 6 del Río Pance municipio Santiago de Cali y normatividad vigente

Para el análisis de los parámetros se tiene en cuenta los propuestos por el DAGMA, JAM, OMS, UNESCO y la normatividad vigente al 2018 en el país. (Tabla 6)

Parámetro	Escala	Rango	Norma
Oxígeno Disuelto (OD)	% de saturación	> 101: súper saturación; 90-100: excelente; 80-89: adecuado; 60-79: aceptable y <60: pobre	DAGMA y J.AM. Ingeniería y Medio Ambiente
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/l	<5 mg/l afectan la diversidad biológica <2 mg/l causan la muerte de peces	UNESCO 1996
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	mg/l	1-3: fuente aceptable; 3-4: fuente regular 4-6: fuente deficiente; >6: fuente muy deficiente	RAS 2000
		<2,0 mg/l aguas poco contaminadas ≥10 mg/l fuente impactada por aguas residuales	UNESCO 1996
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Kg/día	1-5 mg/l aguas no contaminadas <20 aguas poco contaminadas >20 aguas contaminadas	UNESCO 1996
pH	Unidades de pH	6.0-9.0	DAGMA
		6,5 y 9,0	Res. 2115/07 artículo 4°
		5-9	OMS
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	Límite máximo permisible 100,00	Res. 631/15 Artículo 8°
Turbiedad	UNT	Indicador máximo aceptable 2 Unidades Nefelométricas de Turbidez	Res. 2115/07 artículo 2°
Conductividad Eléctrica (C.E.)	μS/cm	1000 micosiemsn/cm	Res. 2115/07 artículo 3°
Coliformes Totales (C.T.)	ml	Filtración por membrana: 0 UFC/100 cm ³ (Unidades Formadora de Colonia) Enzima sustrato: < de 1 microorganismo en 100 cm ³ Sustrato definido: 0 microorganismos en 100 cm ³ Presencia-ausencia: ausencia en 100cm ³	Res. 2115/07 artículo 11°
Caudal	Q/(l/s)		

Tabla 6. Rango para parámetros objeto de análisis derivaciones 4, 5 y 6

La tabla 7 presenta los resultados para los parámetros analizados en cada una de los puntos de muestreo de las derivaciones del río Pance, se analizan OD, SST, DBO, DQO, turbiedad, pH, C.E., C.T. y caudal.

Derivación	Parámetros	OD (% saturación)	OD (mg/l)	SST	DBO	DQO	Turb.	pH 1 máx.	pH 2 mín.	C.E.	C.T.	Caudal
4-1 Inicio de la derivación		145	12,5	139,7	0,76	0	1,05	8,4	8,2	33,5	7	461,976
4-2 Acueducto la Riverita		112	9,84	984,8	2,86	27	34,6	7,1	6,9	33,8	.	247,78
4-3 Frente a la San Buenaventura		87	7,67	13,4	1,37	0	2,28	8,5	7,3	33,3	1400	51,87
4-4 Después de San Buenaventura		175	14,57	26,6	0	0	2,23	7,5	6,9	32,7	170	102,42
4-5 Casa Cural San Buenaventura		197	15,66	39,6	0	0	5,07	6,4	6,0	34,2	350	26,94
4-6 Frente a la universidad Javeriana		98	8,19	8	3,61	32,4	7,54	8,5	7,3	29,1	.	51,87
4-7 Colegio Claret		92	7,49	6	11,48	67,3	3,81	7,2	6,6	26,7	7	18,83
5-1 Inicio de derivación		83	7,3	91,5	0	0	1,08	7,5	7,2	31,4	14	26,9
5-2 Llanos de Pance		92	7,84	1143	0	0	2,06	7,7	6,9	80,6	350	NR
5-3 Puente Callejón Vila China Calle 11		135	11,64	54,8	1,73	0	2,45	7,6	7,0	34,1	240	141,0
5-4 Parque de las Garzas – Súper Inter		97	8,4	76,1	2,26	0	3,73	7,8	6,7	41,8	540	141,0
5-5 Vivero Amanecer La María		99	8,59	15,4	0	0	1,06	7,8	7,6	29,9	130	24,6
5-6 Salida Jamundí el Llanerito		81	6,63	101,6	5,2	86,48	11,9	7,6	7,3	71,1	.	37,9
5-7 Vivero sobre autopista Cali-Jamundí		138	11,45	28,9	9,7	29,44	5,93	8,2	7,3	39,3	7000	58,7
5-8 Frente a Casa Hermanas de La Providencia		78	6,29	118,4	30,5	32,38	24,2	7,5	7,1	142,9	1.1*10 ⁶	39,7
5-9 Sobre Calle 16 ^a		95	7,74	194,2	3,07	37,8	24,3	7,9	6,1	38,1	1100	45,56
6-1 Inicio de derivación		164	14,47	470	2,27	0	46,4	7,6	6,9	11,51	1400	114,51
6-2 CNB Shalom		108	9,14	37,2	6,26	1,84	1,35	8,2	8,0	32,8	170	90,69
6-3 Quebrada Gualí – Aguas Abajo		91	7,4	14,3	1,74	28,8	7,82	8,5	7,3	80,3	9	.
6-4 Quebrada Gualí – Aguas Arriba		150	12,06	1,8	1,8	28,8	15,3	7,7	6,1	107,5	14	.

Tabla 7. Resultados parámetros objeto de análisis derivaciones 4, 5 y 6

A continuación se compara cada uno de los parámetros con la información de la normatividad vigente para determinar el estado de las derivaciones 4, 5 y 6.

7.1.1 Turbiedad en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6

En relación a la turbiedad el artículo 2º de la resolución 2115 de 2007 presenta como indicador máximo aceptable de este parámetro un valor de 2, por lo que claramente los gráficos 10 a 12 muestran que existen muy pocos puntos donde este valor cumple la normatividad.

En el caso de la derivación 4 (Gráfico 1), el punto M1 Inicio de la derivación es el único que cumple esta especificación, incluso se observan casos alarmantes como el punto M2 Acueducto la Riverita con un valor de 34,6, pero es de comprender que a este lugar llega el agua para ser tratada, los puntos que están después del acueducto tienen un indicador con un comportamiento mejor en los puntos M3 y M4 que están al frente y después de la Universidad San Buenaventura, pero a medida que avanza se va colocando de nuevo más turbia.

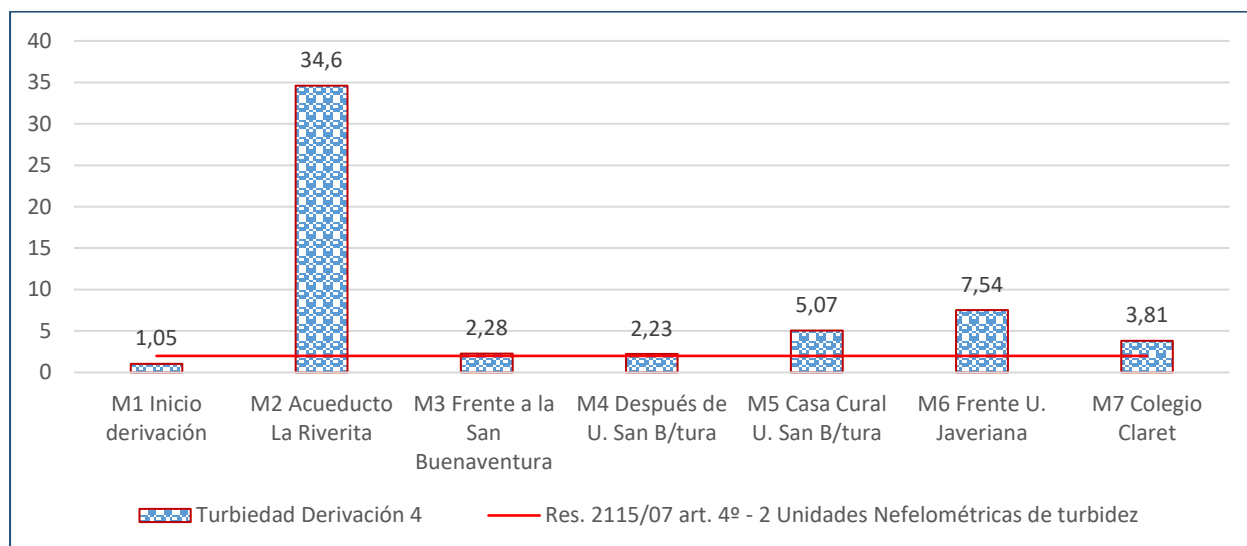


Gráfico 1. Turbiedad en puntos de muestreo derivación 4

En la derivación cinco solo el punto de inicio de derivación (M1) tiene una turbiedad dentro de la normatividad, los puntos que siguen van presentando una tendencia al aumento terminando con los valores más altos en el punto M8 frente a la Casa Hermanas de La Providencia y M9 sobre Calle 16ª. (Gráfico 2)

Cabe resaltar que su variabilidad se incrementa de una forma alta debido a que esta zona es muy turística dado que se encuentra cerca del Eco-parque del río Pance el cual es muy visitado los fines de semana, generando una gran aglomeración de población, las personas que asisten hacen una especie de piscina natural y así ocasionan alta turbiedad en este.

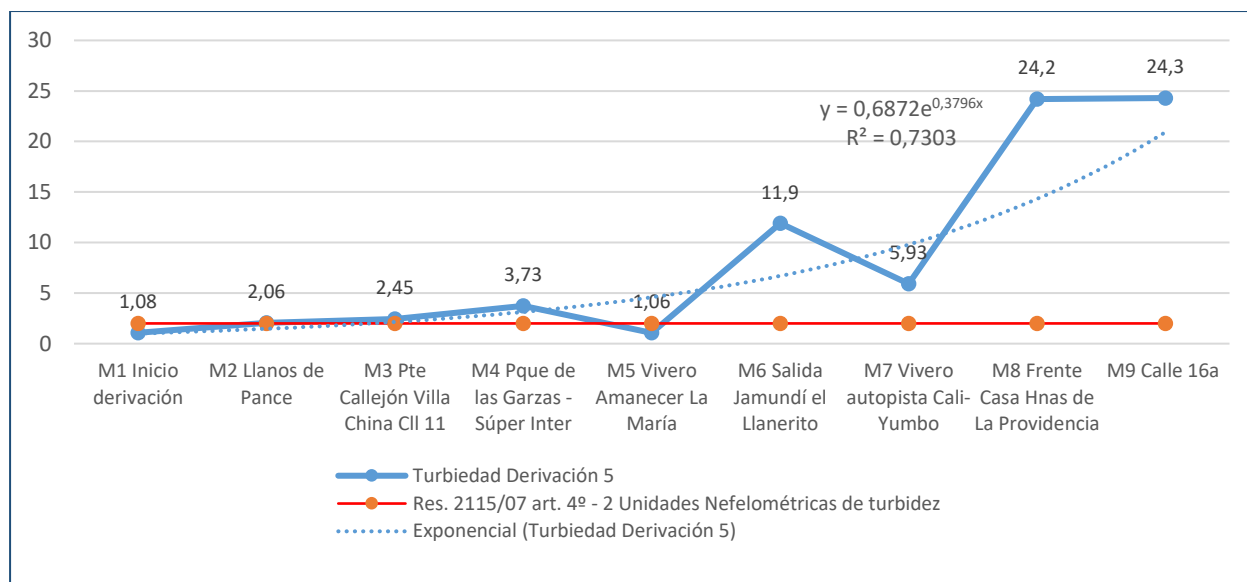


Gráfico 2. Turbiedad en puntos de muestreo derivación 5

El gráfico 3 permite observar un comportamiento diferente en la derivación 6 en comparación con la derivación 4 y 5 pues es en el inicio cuando se presenta la mayor turbiedad (46,4), siendo la más alta de los 20 puntos analizados en las 3 derivaciones. Solo existe un valor normal en el punto M2 CNB Shalom con un valor de 1,35, pero por este sitio el agua solo se deriva para mejorar el aspecto estético del salón de evento.

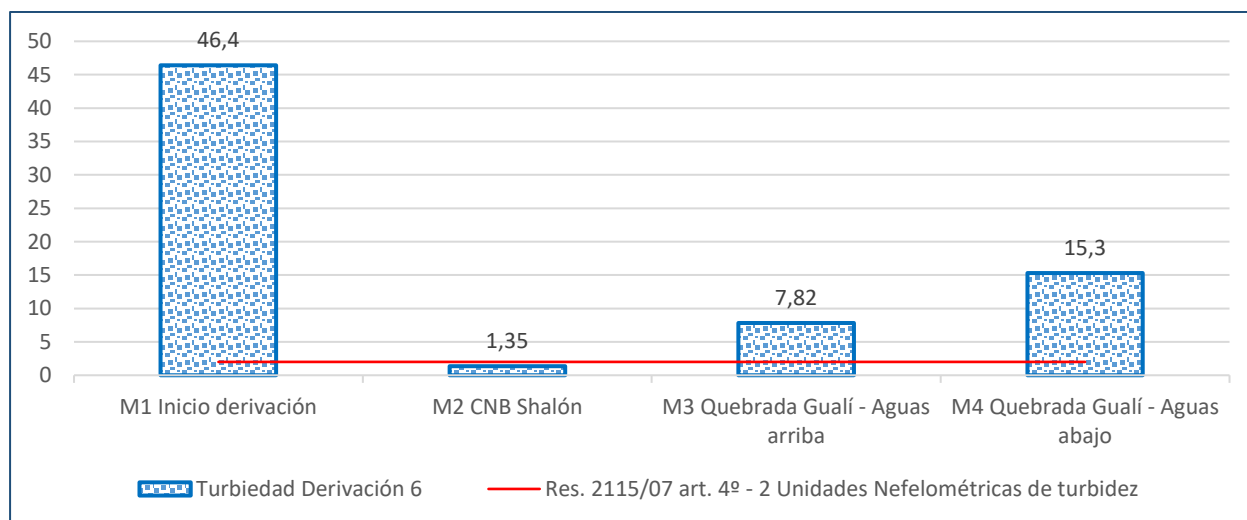


Gráfico 3. Turbiedad en puntos de muestreo derivación 6

7.1.2 pH en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6

De acuerdo con la resolución 2115 de 2007 “el valor para el potencial de hidrógeno pH de agua para consumo humano, debe estar comprendido entre 6,5 y 9,0 (art. 4º). Para las muestras de las variaciones se toman dos pH, el 1 el valor máximo y el 2 el valor mínimo.

Los resultados del gráfico 4 demuestra que en todos los puntos de muestreo de la derivación 4 se evidencia un pH dentro de los parámetros permitidos a excepción del punto de muestreo M5 Casa Cural San Buenaventura lo que puede deberse a la cercanía de asentamientos urbanos, establecimientos institucionales a la fuente hídrica, posiblemente vierten sus residuos líquidos y sólidos sin tratamiento a la fuente de agua alterando su composición natural, también se evidencia presencia de actividades turísticas en la zona de mayor influencia.

De igual forma en el gráfico 4 se observan variaciones intermitentes entre los datos encontrando picos altos y bajos muy parecidos en el pH1 (máximo) y pH2 (mínimo), los cuales permiten identificar que el pH en ambos casos son similares y que el agua se encuentra en un límite estándar 5-9 unidades según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (OMS, 2003), por lo cual el punto M5 Casa Cural San Buenaventura que marca 6 unidades de pH se encontraría en el rango adecuado de agua no contaminada al igual que dentro de los parámetros del DAGMA con un rango de 6,0-9,0.

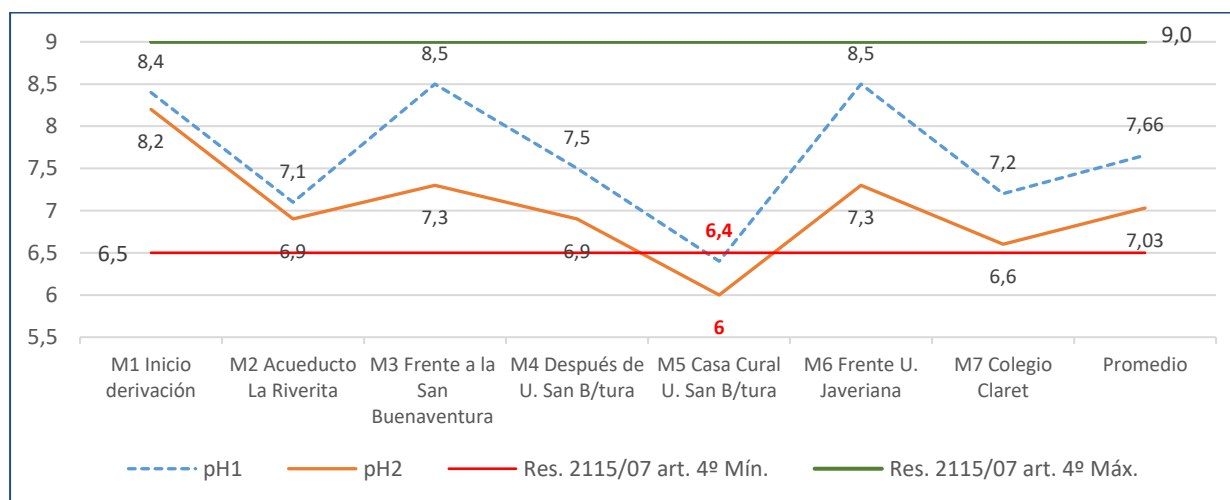


Gráfico 4. pH en puntos de muestreo derivación 4

El gráfico 5 muestra que en la derivación 5 el punto de muestreo M9 Sobre Calle 16ª esta por fuera del límite inferior de 6,5 que establece la resolución 2115 de 2007, por otra parte analizando los dos puntos de referencia del pH, el primero se evidencia con datos más constantes en comparación con el segundo que a partir del punto M5 Vivero Amanecer La María.

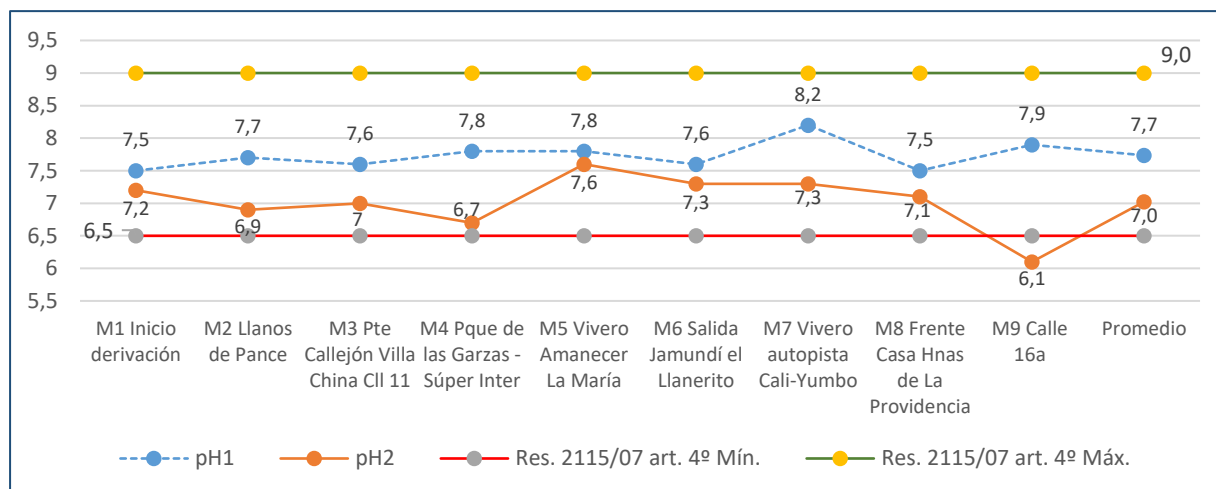


Gráfico 5. pH en puntos de muestreo derivación 5

En la derivación 6 el gráfico 6 demuestra que el punto M4 Quebrada Gualí – Aguas Arriba con un valor de 6,1 está por fuera del rango inferior (6,5) de la resolución 2115 de 2007, se observa además un cambio entre ambos pH, mostrando una fuerte caída el pH2 (mínimo) a partir del punto de muestre M2 Llanos de Pance.

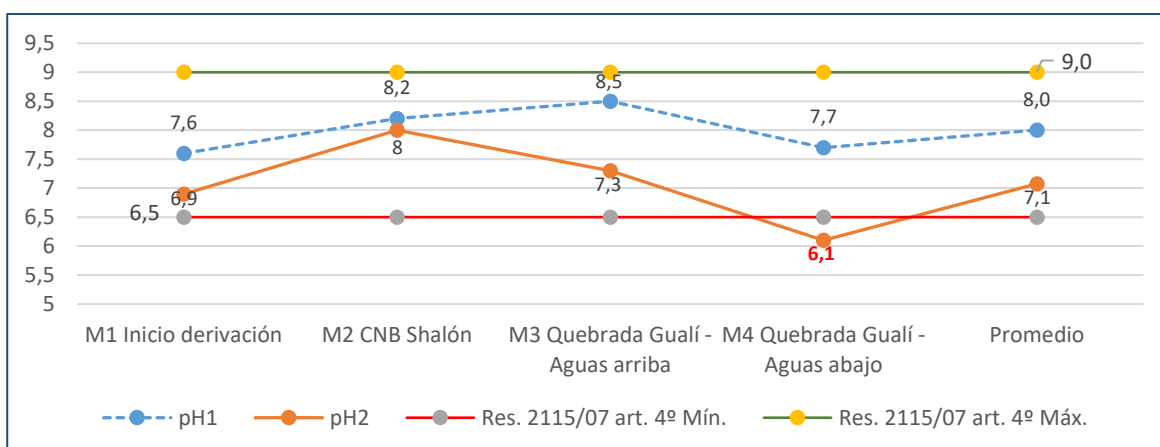


Gráfico 6. pH en puntos de muestreo derivación 6

De acuerdo a la OMS el rango de pH dentro del estándar de agua natural no contaminada se encuentra entre 5 y 9, por lo que ninguno de los puntos de la muestra en las derivaciones 4, 5 y 6 del Río Pance tiene un pH fuera de lo establecido por dicha entidad (OMS, 2003).

7.1.3 Oxígeno disuelto OD (mg/l) en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6

“Es uno de los más importantes determinantes de la calidad del agua y es usado para medir la cantidad de oxígeno disponible para la actividad química y biológica en el agua. El balance natural del oxígeno disuelto puede verse afectado por la presencia excesiva de materia orgánica y de nutrientes susceptibles de oxidarse. Las fuentes de estos últimos son de diversos tipos. Entre las fuentes antrópicas están las cargas contaminantes por vertimientos puntuales asociadas a asentamientos humanos o actividades industriales. Entre las cargas contaminantes por fuentes difusas o no puntuales están las generadas por las actividades agrícolas, en donde son de interés las sustancias fertilizantes que son transportadas a los cuerpos de agua mediante procesos de erosión o escorrentía superficial, y las provenientes de grandes áreas urbanas”. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018, pág. 11)

En la derivación 4 (gráfico 7) puede observarse que ningún punto de muestreo tiene un valor <2mg/l, de acuerdo con la UNESCO estos valores causarían la muerte de la mayoría de peces. Siguiendo a la UNESCO un valor <5 mg/l afecta la diversidad biológica, pero en la derivación 4, ninguno de los puntos de muestreo presenta esta problemática.

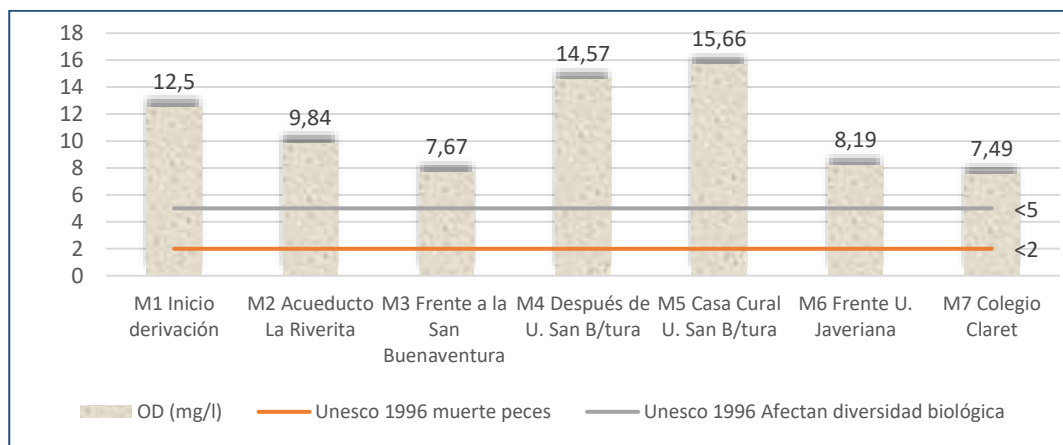


Gráfico 7. Oxígeno disuelto (mg/l) en puntos de muestreo derivación 4

La derivación 5 de acuerdo con Unesco no presenta un OD que afecte la diversidad biológica de la zona o cause la muerte de peces pues sus rango son >5 mg/l. (Gráfico 8)

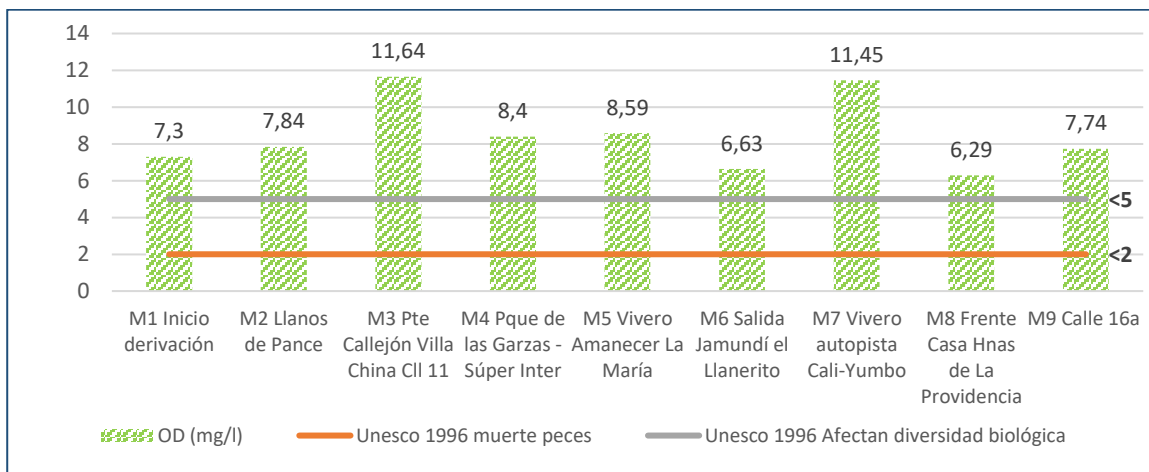


Gráfico 8. Oxígeno disuelto (mg/l) en puntos de muestreo derivación 5

El gráfico 9 que expone los resultados del oxígeno disuelto (mg/l) de acuerdo con la UNESCO ninguno de los puntos tiene un OD <2 mg/l por lo que no es posible la vida de peces y al ser menor de 5 mg/l hay afectación de la diversidad biológica.

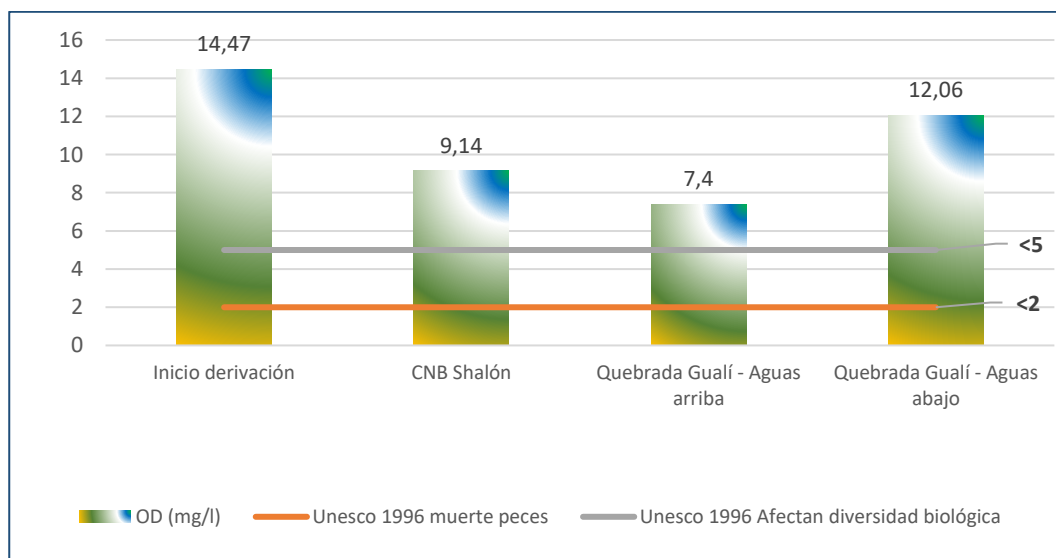


Gráfico 9. Oxígeno disuelto (mg/l) en puntos de muestreo derivación 6

7.1.4 Evaluación calidad para abastecimiento por pH y OD (mg/l) según RAS2000

Teniendo en cuenta los límites o rangos máximos permitidos para la calidad de la fuente para abastecimiento – RAS 2000 se determina la calidad de la fuente, de acuerdo con las valoraciones de la tabla 8 en aceptable, regular, deficiente y muy deficiente.

Calidad de la fuente	pH (Unidades)	Oxígeno Disuelto (mg/l)
Fuente aceptable	6.0-8.5	≥ 4
Fuente regular	5.0-9.0	≥ 4
Fuente deficiente	3.8-10.5	≥ 4
Fuente muy deficiente		≥ 4

Tabla 8. Criterios de calidad pH y OD para abastecimiento RAS 2000

La tabla 9 toma los datos de pH1 (máximo) y pH2 (mínimo) para cada uno de los puntos de muestreo en las derivaciones 4, 5 y 6 y teniendo en cuenta las valoraciones para la calidad de la fuente determina que en todos ellos es una fuente que está dentro de lo aceptable pues el OD (mg/l) es < 4 en los 20 puntos de muestreo.

Sitio	pH1 unid.	pH2 unid.	OD (mg/l)	Calidad de la fuente
4-1 Inicio derivación 4	8,4	8,2	12,5	Fuente aceptable
4-2 Acueducto La Riverita	7,9	7,1	9,84	Fuente aceptable
4-3 Frente a la San Buenaventura	8,5	7,3	7,67	Fuente aceptable
4-4 Después de la San Buenaventura	7,5	6,9	14,57	Fuente aceptable
4-5 Casa Cural San Buenaventura	6,4	6	15,66	Fuente aceptable
4-6 Frente a la Javeriana	8,5	7,3	8,19	Fuente aceptable
4-7 Colegio Claret	7,2	6,6	7,49	Fuente aceptable
5-1 Inicio de la derivación	7,5	7,2	7,3	Fuente aceptable
5-2 Llanos de Pance	7,7	6,9	7,84	Fuente aceptable
5-3 Puente callejón Villa China calle 11	7,6	7,0	11,64	Fuente aceptable
5-4 Parque de las Garzas	7,8	6,7	8,4	Fuente aceptable
5-5 Vivero Amanecer La María	7,8	7,6	8,59	Fuente aceptable
5-6 Salida Jamundí El Llanerito	7,6	7,3	6,63	Fuente aceptable
5-7 Vivero sobre autopista Cali Jamundí	8,2	7,3	11,45	Fuente aceptable
5-8 Frente a Casa las Hermanas de la Providencia	7,5	7,1	6,29	Fuente aceptable
5-9 Sobre la calle 16ª	7,9	6,1	7,74	Fuente aceptable
6-1 Inicio de derivación	7,6	6,9	14,47	Fuente aceptable
6-2 CNB Shalom	8,2	8,0	9,14	Fuente aceptable
6-3 Quebrada Guali aguas abajo	8,5	7,3	7,4	Fuente aceptable
6-4 Quebrada Guali aguas arriba	7,7	7,6	12,06	Fuente aceptable

Tabla 9. Evaluación de la Fuente por pH y oxígeno disuelto según RAS 2000

7.1.5 Oxígeno disuelto (% de saturación) en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6

En el gráfico 10 se observa que la muestra más alta en oxígeno disuelto por saturación de la M5 Casa Cural San Buenaventura es de 197, continuando con la M4 Después de San Buenaventura con 175, M1 Inicio de la Derivación con 145 y la M2 Acueducto La Riverita con 112 teniendo en cuenta que esta nos daría como resultado súper saturación al ser >101 , esto indica que su nivel podría afectar el ecosistema para la fauna y la flora. El punto M3 Frente a San Buenaventura al estar en el rango 80-89 se encuentra adecuado y los puntos M6 Frente a la Universidad Javeriana y M7 Colegio están con un OD% de saturación excelente por estar en el rango 90-100.

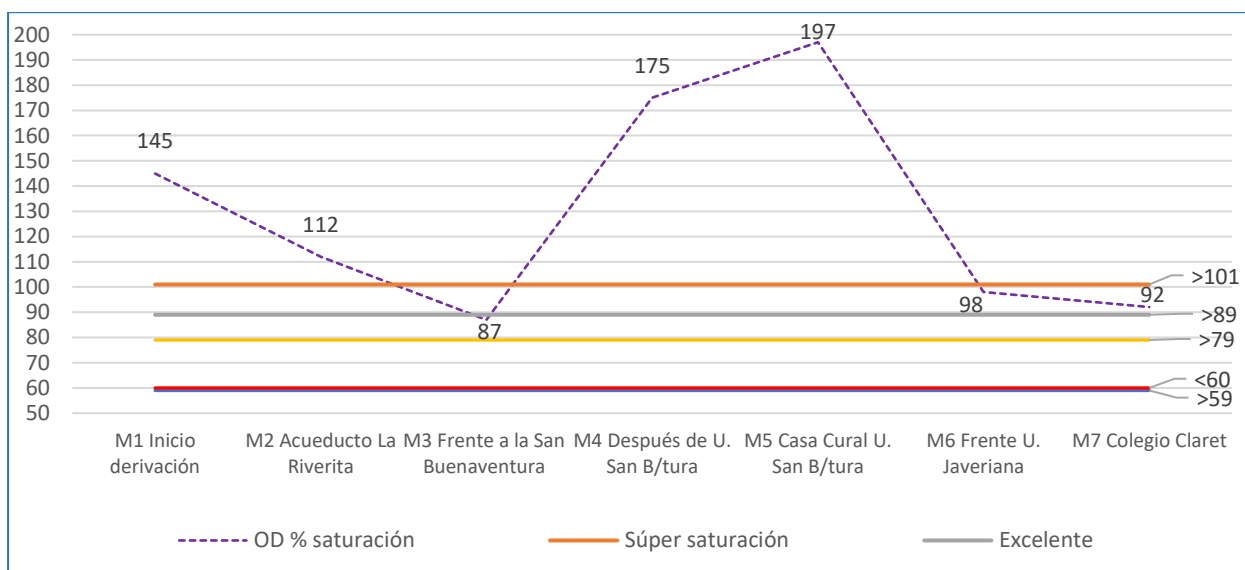


Gráfico 10. Oxígeno disuelto (% de saturación) en puntos de muestreo derivación 4

En la derivación 5 se evidencia que los datos de las muestras se comportan similares con la derivación 4 pues en el punto M7 Vivero sobre autopista Cali - Jamundí y M3 Puente Callejón Villa China Calle 11 con datos >101 existe una súper saturación indicando que es peligroso para la vida acuática lo que afecta el ecosistema. Las demás muestras se encuentran en un nivel excelente (rango 90-100) los puntos M2 Llanos de Pance, M4 Parque de las Garzas – Súper Inter, M5 Vivero Amanecer La María y M9 Sobre Calle 16A, adecuado (rango 80-89) el punto M1 Inicio de la derivación y M6 Salida Jamundí el Llanerito y en el nivel aceptable (rango 60-79) el punto M8 Frente a Casa Hermanas de La Providencia. (Gráfico 11)

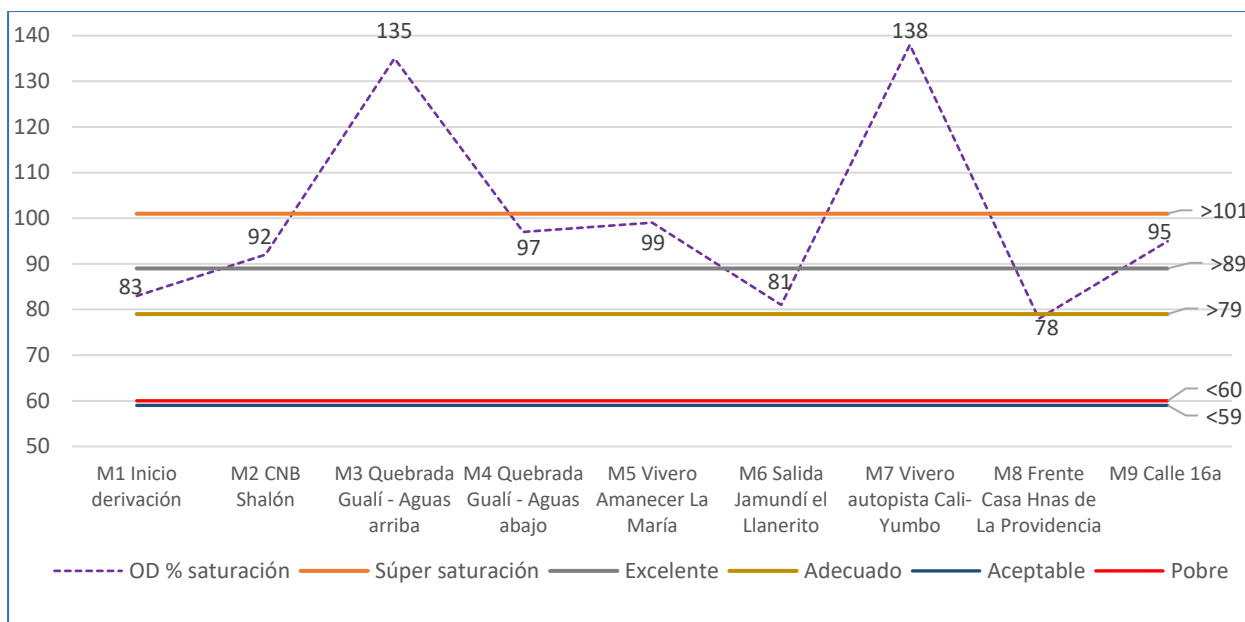


Gráfico 11. Oxígeno disuelto (% de saturación) en puntos de muestreo derivación 5

En el gráfico 12 de la derivación 6, se observa que solo una muestra se ve en condición excelente (M3 Quebrada Gualí aguas abajo con 91% de saturación del OD) indicando que la concentración se encuentra adecuada para la vida acuática, mientras que en M1 Inicio de la derivación, M2 CNB Shalon y M4 Quebrada Gualí aguas abajo se encuentran en súper saturación.

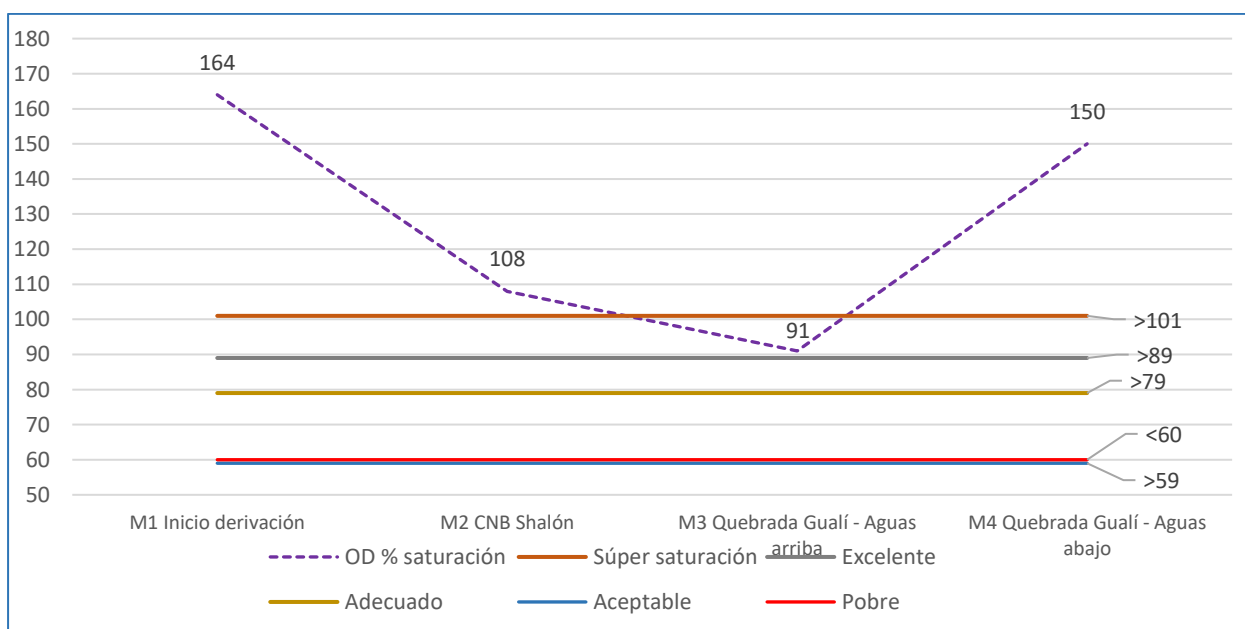


Gráfico 12. Oxígeno disuelto (% de saturación) en puntos de muestreo derivación 6

7.1.6 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO mg/l) en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6

Según la UNESCO (1996) en condiciones naturales, concentraciones de DBO en fuentes superficiales inferiores a 20 mg/l indican aguas poco contaminadas; mientras que valores superiores o iguales a 10 mg/l indican fuentes impactadas por descargas de aguas residuales, particularmente cerca del Punto de vertimiento.

La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) es un criterio de evaluación de la calidad para abastecimiento por DBO (mg/l) según RAS2000. Un rango de 1-2 se valora como una fuente aceptable, 3-4 regular, 4-6 deficiente y >6 muy deficiente.

La tabla 10 presenta los resultados para los 20 puntos de muestreo analizados, demostrando que con este parámetro de DBO ya no todos dan una fuente aceptable según los resultados del criterio pH1-pH2 y OD, sino que se encuentran algunos puntos en regular como 4-6 Frente a la Universidad Javeriana, deficiente en los puntos 5-6 Salida Jamundí El Llanerito y muy deficiente en los puntos 4-7 Colegio Claret, 5-7 Vivero sobre autopista Cali-Jamundí, 5-8 Frente a Casa Hermanas de La Providencia y 6-2 CNB Shalom.

Los puntos que clasificaron como muy deficientes, deficientes y regulares corresponden a los puntos dentro del perímetro urbano y que ya han realizado pasado por el impacto de los diferentes usuarios de las derivaciones. Los valores de DBO registradas para los puntos evaluados, se presentan mayores de 10 mg/l en el punto 5-8 Frente a Casa Hermanas de la Providencia y 4-7 Colegio Claret, valores que según la UNESCO (1996) indican fuentes impactadas por descargas de aguas residuales.

Sitio	DBO ₅ (mg/l)	Calidad de la Fuente
4-1 Inicio de la derivación 4	0,76	Aceptable
4-2 Acueducto la Riverita	2,86	Aceptable
4-3 Frente a la San Buenaventura	1,37	Aceptable
4-4 Después de San Buenaventura	0	Aceptable
4-5 Casa Cural San Buenaventura	0	Aceptable
4-6 Frente a la universidad Javeriana	3,61	Regular
4-7 Colegio Claret	11,48	Muy deficiente
5-1 Inicio de derivación 5	0	Aceptable
5-2 Llanos de Pance	0	Aceptable
5-3 Puente Callejón Vila China Calle 11	1,73	Aceptable
5-4 Parque de las Garzas – Súper Inter	2,26	Aceptable
5-5 Vivero Amanecer La María	0	Aceptable
5-6 Salida Jamundí el Llanerito	5,2	Deficiente
5-7 Vivero sobre autopista Cali-Jamundí	9,7	Muy deficiente
5-8 Frente a Casa Hermanas de La Providencia	30,5	Muy deficiente
5-9 Sobre Calle 16 ^a	3,07	Regular
6-1 Inicio de derivación 6	2,27	Aceptable
6-2 CNB Shalom	6,26	Muy deficiente
6-3 Quebrada Gualí – Aguas Abajo	1,74	Aceptable
6-4 Quebrada Gualí – Aguas Arriba	1,8	Aceptable

Tabla 10. Evaluación de la Fuente por DBO según RAS 2000

En el gráfico 13 se presenta primero una variación de los datos obtenidos de cada muestra pero en el punto M7 colegio Claret 11.48, por tanto se presenta una fuente deficiente de acuerdo a la Unesco (1996) y a las descargas de aguas residuales que realizan al colegio.

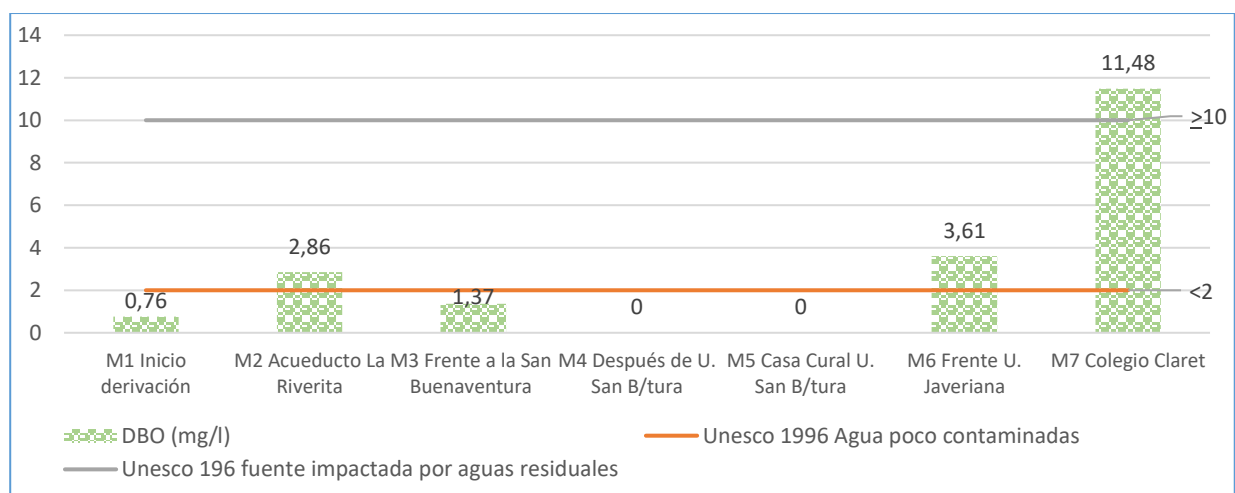


Gráfico 13. DBO (mg/l) en puntos de muestreo derivación 4

Respecto al siguiente gráfico (14), los demás puntos varían, pero no sobre pasan de gran manera la norma según la Unesco (1996) pero el punto M9 sobre la calle 16 A Frente a la casa de

las hermanas de La Providencia tiene un pico alto de acuerdo a la línea de tendencia y a su accenso la cual indica que es una fuente impactada por descargas de aguas residual según la Unesco (1996).

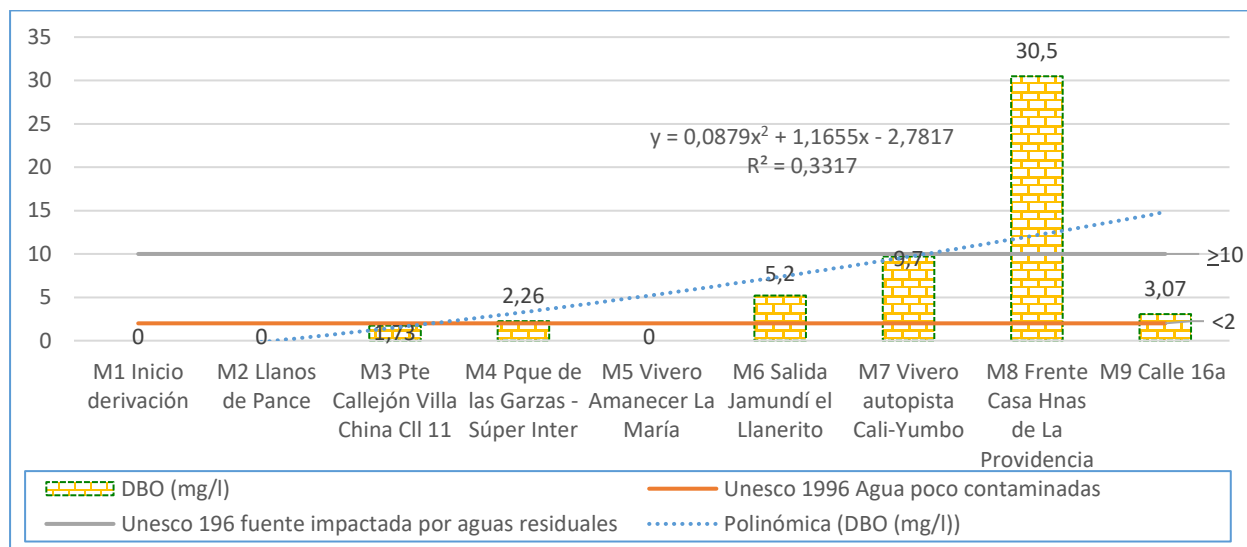


Gráfico 14. DBO (mg/l) en puntos de muestreo derivación 5

En el gráfico 15 se evidencia que el pico alto en la línea de tendencia del punto M2 Salón de eventos de Shalom, según la Unesco (1996) y esto indica que tiene descargas contaminantes en el agua.

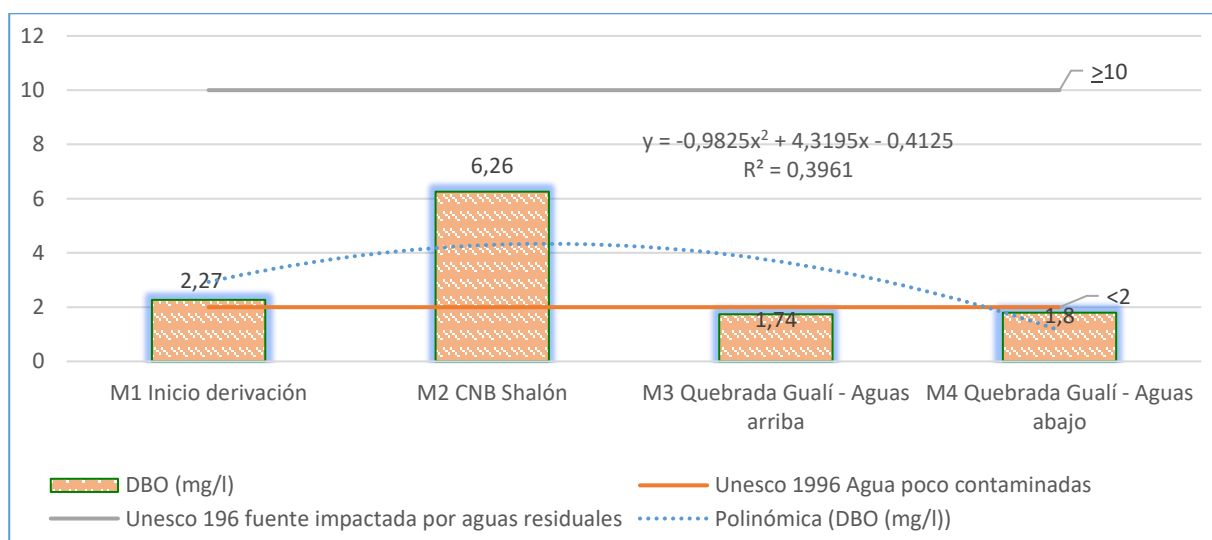


Gráfico 15. DBO (mg/l) en puntos de muestreo derivación 6

7.1.7 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO mg/l) en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6

La DQO es una medida de oxígeno requerido para oxidar todos los compuestos presentes en el agua, tanto orgánicos como inorgánicos, por la acción de agentes fuertemente oxidantes en medio ácido. La materia orgánica se oxida hasta convertirse en CO₂ y agua, mientras que el nitrógeno orgánico se convierte en amoníaco. Según la UNESCO (1996), valores menores de 20 mg/l indican aguas poco contaminadas. (UNESCO, 1997)

Se reconoce que las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm, la DQO en los puntos M1 Inicio de la derivación, M3 Frente a la San Buenaventura, M4 Después de la San Buenaventura y M5 Casa Cural San Buenaventura evaluados presenta concentración de 0 mg/l, mientras que los puntos M2 Acueducto La Riverita, M6 Frente a la Universidad Javeriana y M7 Colegio Claret, las concentraciones de DQO están por encima de 5 mg/l, indicando contaminación en el agua de la derivación. (Gráfico 16)

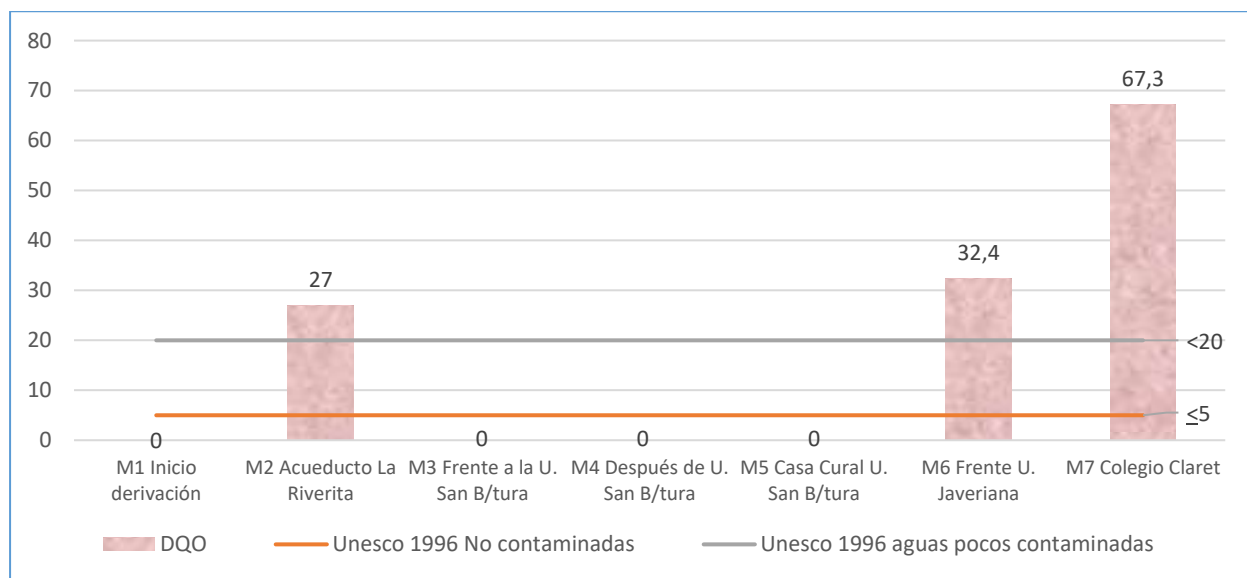


Gráfico 16. DQO (mg/l) en puntos de muestreo derivación 4

En la derivación cinco (gráfico 17) los puntos M1 Inicio de la Derivación, M2 Llanos de Pance, M3 Puente Callejón Vila China Calle 11, M4 Parque de las Garzas – Súper Inter y M5 Vivero Amanecer la María presentaron concentraciones de DQO de 0. A partir del siguiente

punto los datos están por encima de 5 indicando contaminación del agua. El valor más alto está en 86,48 mg/l en el punto M6 Salida Jamundí el Llanerito.

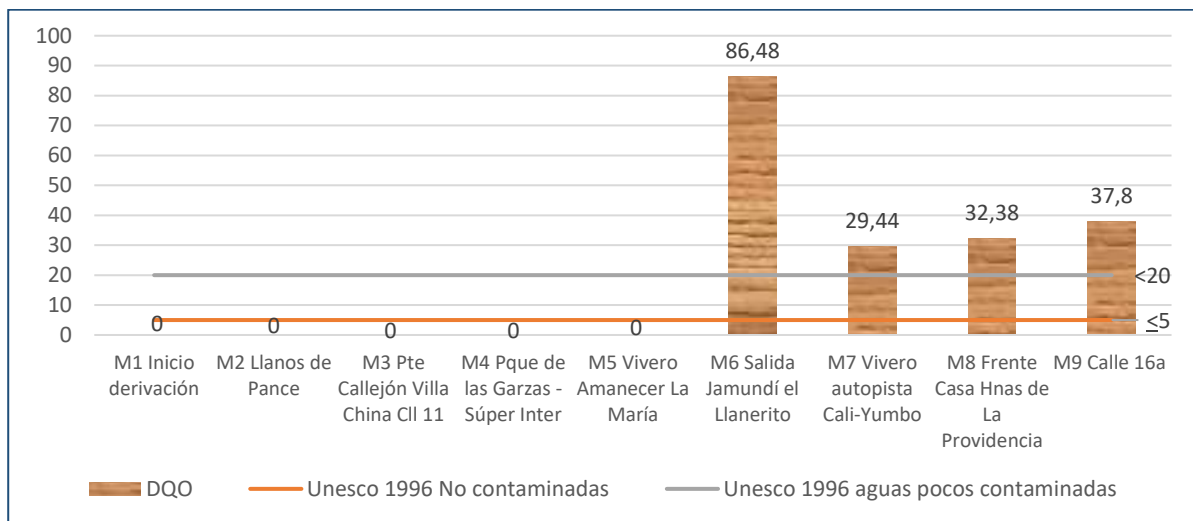


Gráfico 17. DQO (mg/l) en puntos de muestreo derivación 5

Los dos primeros puntos de la derivación 6 (Inicio de la derivación y CNB Shalon) no se encuentran contaminados al tener un valor $< 2,0$ mg/l, situación que no ocurre en la Quebrada Gualí, ni aguas arriba y tampoco aguas abajo por ser > 20 mg/l. (Gráfico 18)

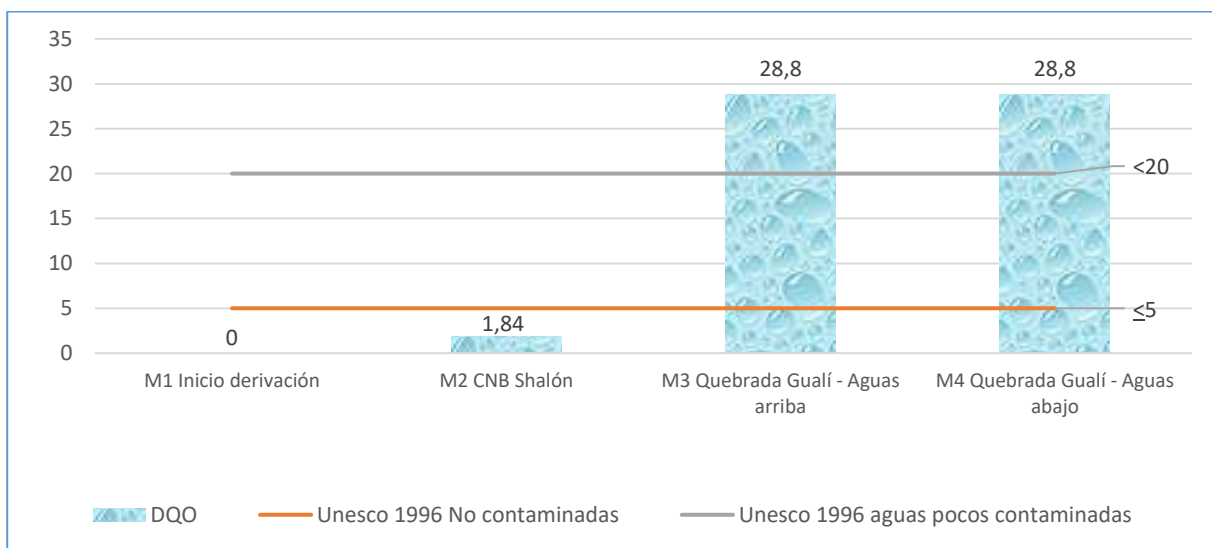


Gráfico 18. DQO (mg/l) en puntos de muestreo derivación 6

De acuerdo con los resultados en los gráficos 16, 17 y 18, se observó una mejor condición de la fuente según el parámetro de DQO en los puntos aguas arriba.

7.1.8 Conductividad eléctrica en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6

El artículo 3° de la Resolución 2115 de 2007 establece como valor máximo de conductividad hasta 1000 microsiemens/cm, valor que puede ajustarse según los promedios habituales y el mapa de riesgo de la zona, pero un incremento superior a 50% en los valores habituales de conductividad en el agua de la fuente, indican un cambio sospecho de sólidos disueltos por lo que es necesario, según el artículo 3°, realizar una investigación a la entidad prestadora del servicio de agua para consumo humano.

En este caso (gráfico 19) los datos arrojados por cada punto de muestreo permanecieron altos representado por medio de la línea de tendencia y esta se encuentra mayor en un punto pico que se presenta en la M5 Casa Cural San Buenaventura con 34,2, los siguientes datos disminuyen en el punto M6 Frente a la Universidad Javeriana y M7 Colegio Claret

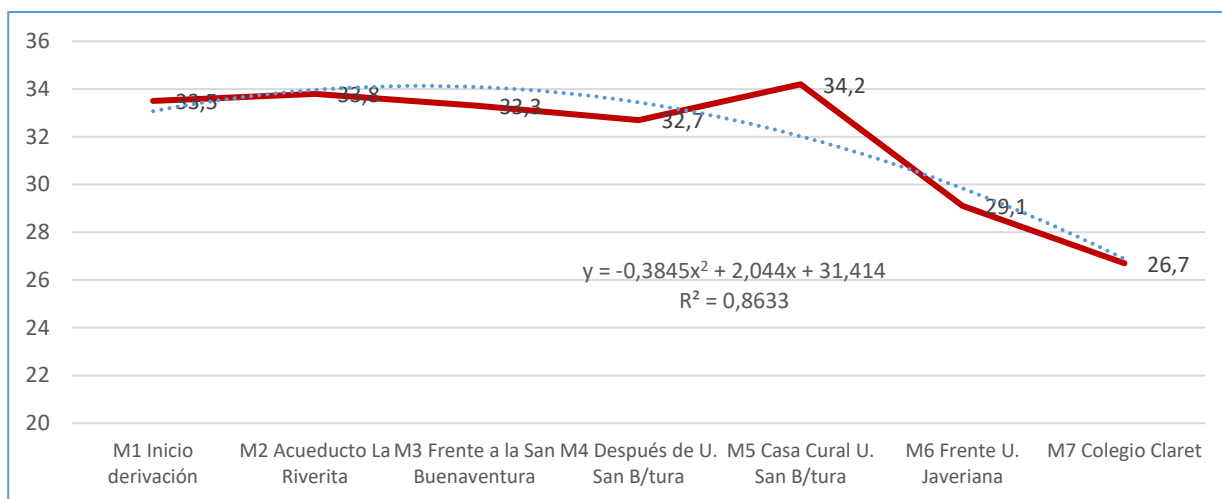


Gráfico 19. Conductividad eléctrica en puntos de muestreo derivación 4

Los datos de la derivación 5 en el gráfico 20 evidencian que en relación a la conductividad eléctrica, los puntos de muestreo no se presentan tan constantes como el gráfico de C.E. de la derivación 4, sino que hay unos picos mostrando una dinámica de ascenso y descenso en cada muestra tomada. Se identifica que los valores de las muestras M2 Llanos de Pance con 80,6, M6

Salida Jamundí El Llanerito con 71,1 y M8 Frente a las hermanas de La Providencia con 142,9 se presentan con ascenso. La gráfica permite observar que tiene una dinámica queda en una tendencia lineal.

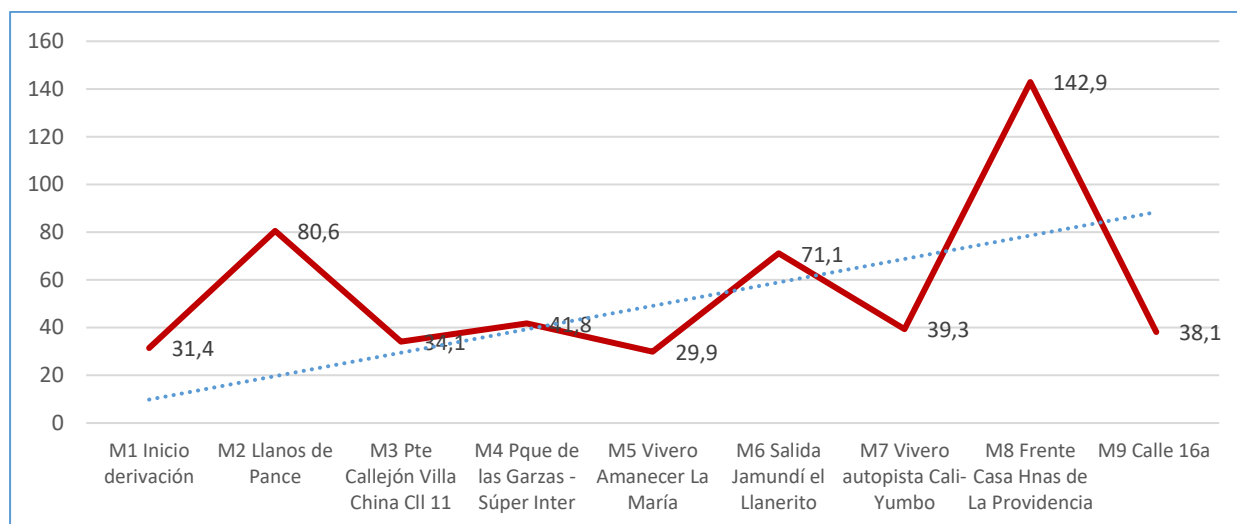


Gráfico 20. Conductividad eléctrica en puntos de muestreo derivación 5

En comparación con el gráfico 20 (derivación 5), la tendencia de los datos de C.E. para la derivación 6 (gráfico 21) presentan una tendencia al alza, la diferencia entre el punto de muestreo M1 Inicio de la derivación 6 y el M4 Quebrada Gualí – Aguas Arriba es muy alta.

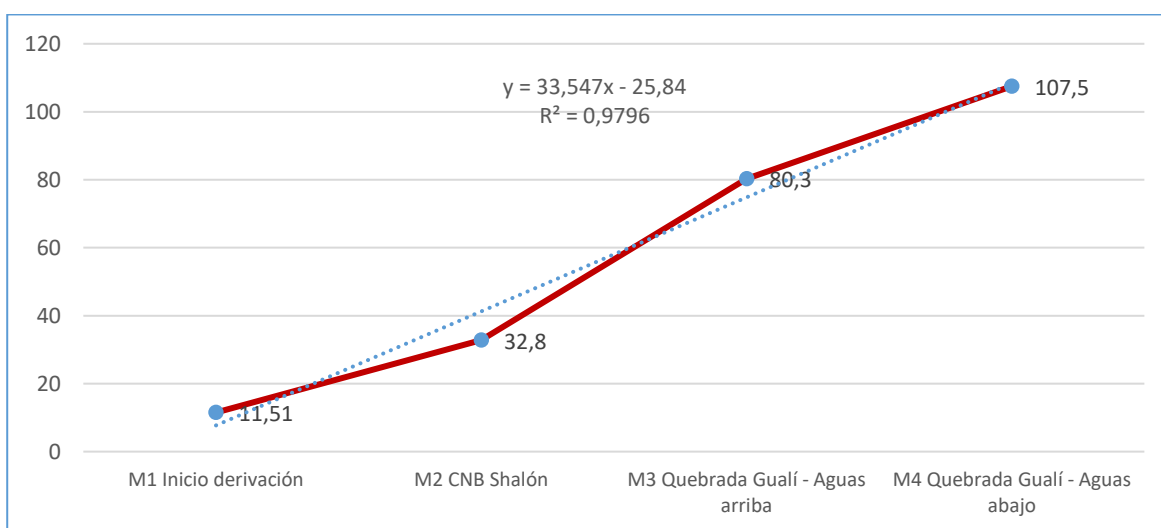


Gráfico 21. Conductividad eléctrica en puntos de muestreo derivación 6

7.1.9 Coliformes totales en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6

Teniendo en cuenta que los valores para las técnicas de análisis de las características microbiológicas del agua para consumo humano (filtración por membrana, enzima sustrato, sustrato definido, presencia-ausencia) deben enmarcarse en rangos para coliformes totales en diferentes escalas de medida de 0 microorganismos (artículo 11, Resolución 2115 de 2007), ninguno de los puntos cumple con la normatividad o indicaciones. (Gráfico 22)

El punto M3 frente a la Universidad de San Buenaventura se encontró un alto valor de coliformes totales lo cual determina que está altamente inadecuada para el consumo humano debido a que no cumple con la normatividad. En los puntos de muestreo M2 Acueducto La Riverita y M6 Frente a la Universidad Javeriana no se llevó a cabo la toma de muestra por limitaciones prácticas para el análisis en laboratorio.

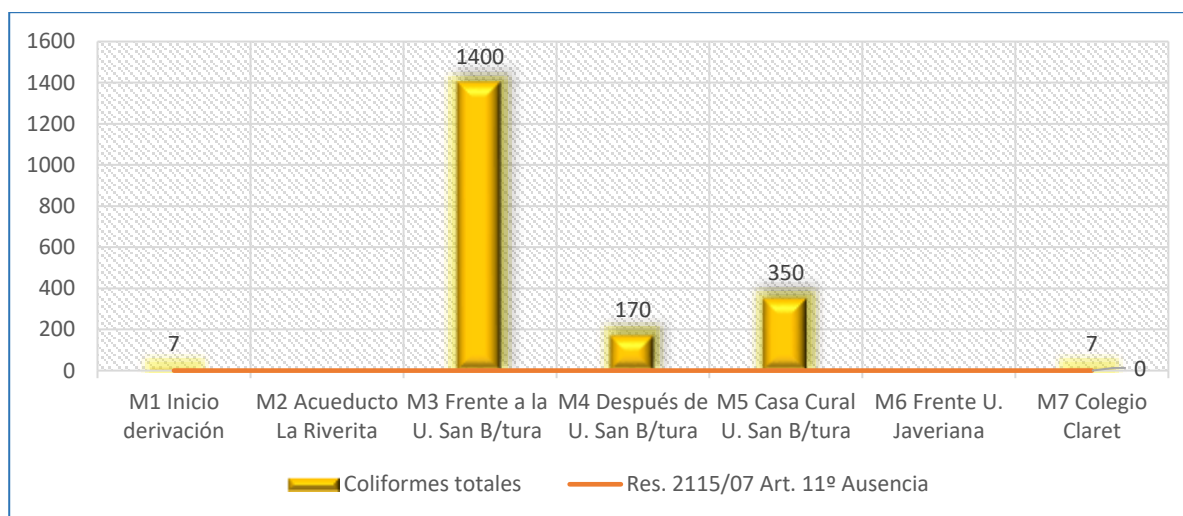


Gráfico 22. Coliformes totales en puntos de muestreo derivación 4

En el gráfico 23 de la derivación 5, al igual que el de la derivación 4 se presenta mayor incremento de coliformes totales en el punto M7 vivero sobre la autopista Cali - Jamundí esto debido a los asentamientos ubicados ilegalmente que no poseen ningún tipo de planta de tratamiento ni alcantarillado arrojando sus desechos, excrementos u orina directamente a la derivación y aparte de ello el comercio que utiliza la fuente hídrica.

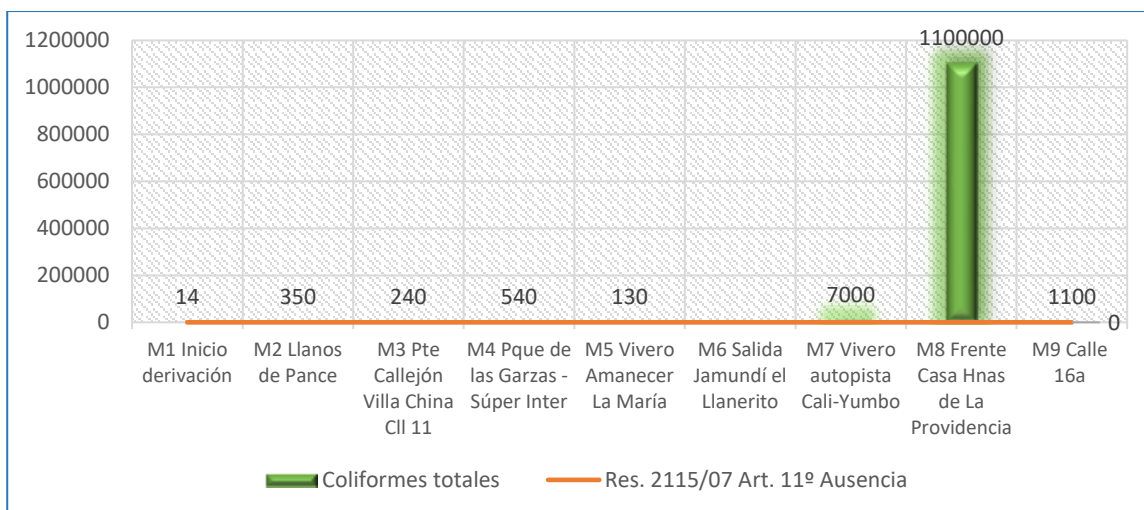


Gráfico 23. Coliformes totales en puntos de muestreo derivación 5

En la derivación 6 (gráfico 24) se observa el incremento de coliformes en el punto de muestreo M1 inicio de la derivación el cual se ve afectada por los diferentes microorganismos que alteran el recurso hídrico.

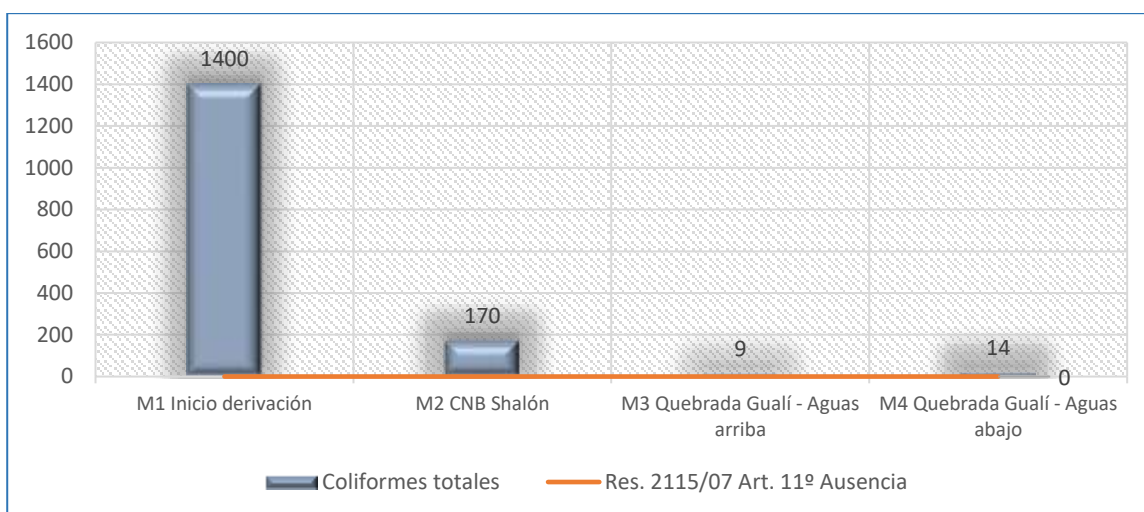


Gráfico 24. Coliformes totales en puntos de muestreo derivación 6

7.1.10 Sólidos Suspendedos Totales (SST) en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6

En el gráfico 25 se observaron valores muy altos en los sólidos totales de la M2 Acueducto la Riverita con un 984,8 lo cual indica que está muy por encima del límite máximo permisible que

presenta la resolución 631 de 2015 en su artículo 8° de 100 mg/L, igual ocurre con el punto M1 Inicio de la derivación, el cual tampoco cumple la norma al estimarse en 139,7 mg/L. Los demás puntos de muestreo se encuentran en los estándares adecuados.

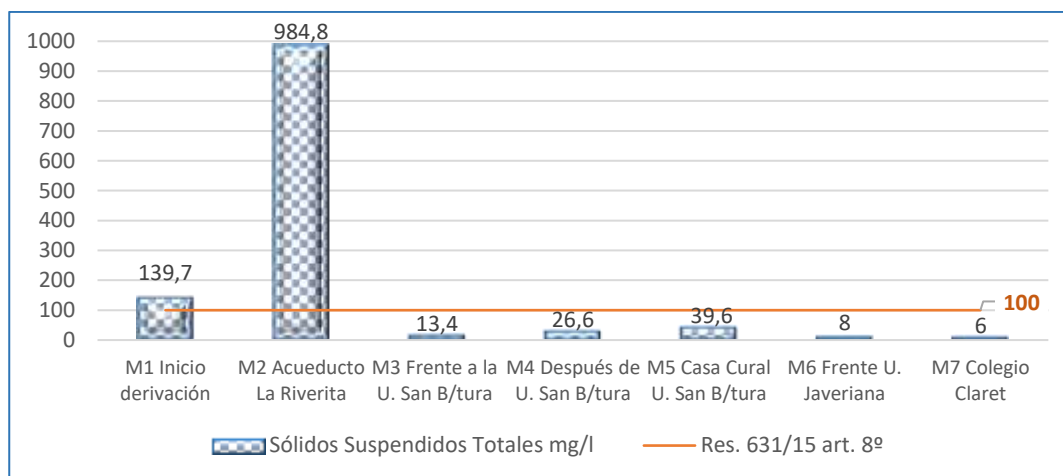


Gráfico 25. SST en puntos de muestreo derivación 4

En la derivación 5, al igual que en la derivación 4, también hay un valor que muy alto, este corresponde a M2 Llanos de Pance la cual multiplica por 10 el valor permitido según la resolución 631 de 2015 al presentarse en 1143 mg/l. Otros puntos críticos, aunque no en las dimensiones de M2 son M6 Salida Jamundí el Llanerito, M-8 Frente a Casa Hermanas de La Providencia, M-9 Sobre Calle 16 A. (Gráfico 26)

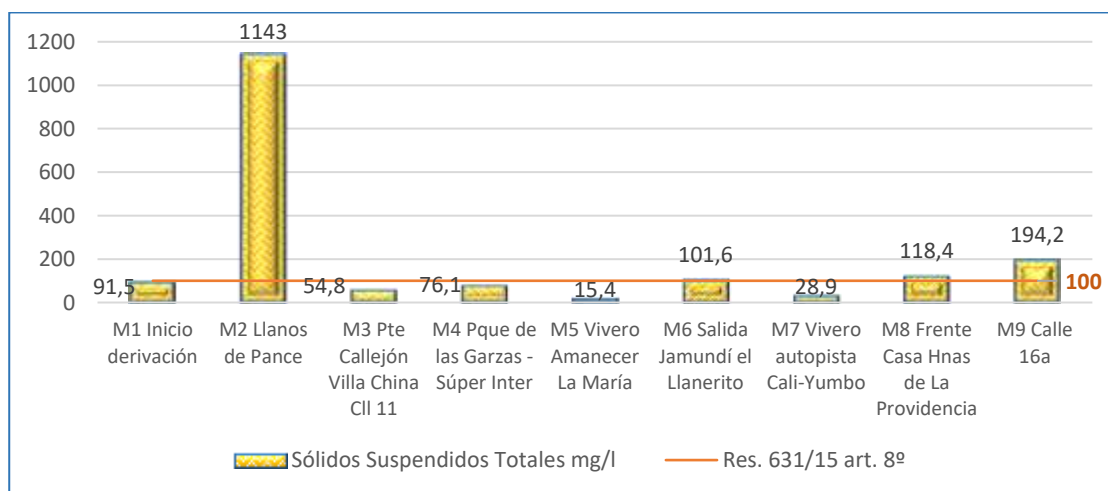


Gráfico 26. SST en puntos de muestreo derivación 5

El gráfico 27 permite identificar que el M1 Inicio de la derivación 6 se encuentra por encima del permitido de 100 mg/l de acuerdo con la resolución 631 de 2015 los demás datos oscilan en menor cantidad por lo cual es una de las zonas menos contaminadas por solidos suspendidos totales de cierta manera debido a que no tiene un alto volumen y en sus demás puntos disminuyen comparado con las gráficas anteriores.

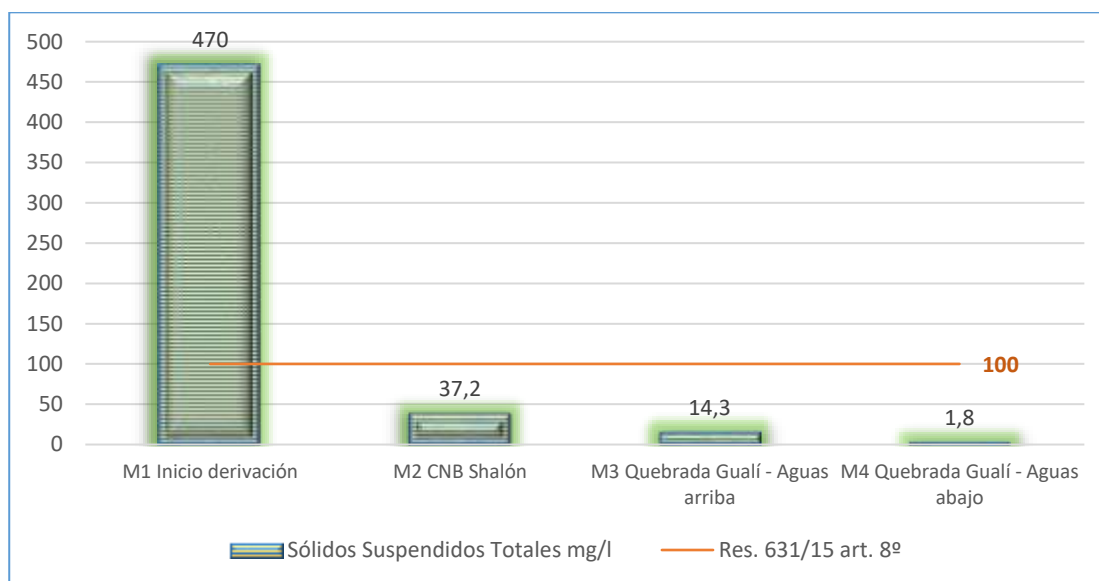


Gráfico 27. SST en puntos de muestreo derivación 6

7.1.11 Caudal en puntos de muestreo derivaciones 4, 5 y 6

La cantidad de agua que fluye por un río o una derivación de este está condicionada por una serie de multifactores que le pueden afectar, entre ellos se tiene el clima o régimen fluvial, la deforestación, tipo de vegetación, afluentes, derivaciones, captación, variaciones en la superficie de la cuenca, relieve o pendientes y represamientos artificiales, como puede observarse algunos son de carácter natural y otros factores son introducidos por las actividades que ejerce la población del sector, haciendo que el flujo no sea constante y esté por encima o por debajo de lo que la población considera es lo normal de acuerdo al comportamiento de la fuente hídrica.

La derivación 4, según se observa en el gráfico 28 en el inicio de la derivación (M1) muestra un caudal de 461,976, este rápidamente empieza a disminuir en los siguientes puntos de muestreo,

demostrando que a lo largo de la derivación hay una alta captación de agua, terminando en el punto M7 o Colegio Claret con tan un caudal de 18,83 l/s.

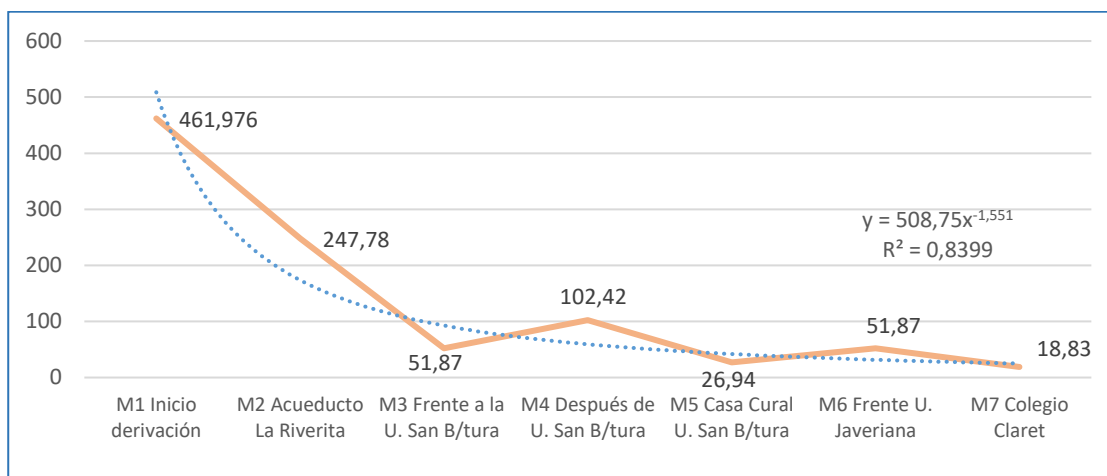


Gráfico 28. Caudal en puntos de muestreo derivación 4

En relación a la derivación 5 (gráfico 29), es importante aclarar que en el punto M2 Llanos de Pance, por cuestiones de logística no se llevó a cabo la medición del caudal. En comparación con la derivación 4 se observa un menor caudal en algunos puntos de la derivación 5 al presentar datos de tan solo 141,0 mg/l como valor máximo en los puntos M-3 Puente Callejón Vila China Calle 11 y M-4 Parque de las Garzas – Súper Inter.

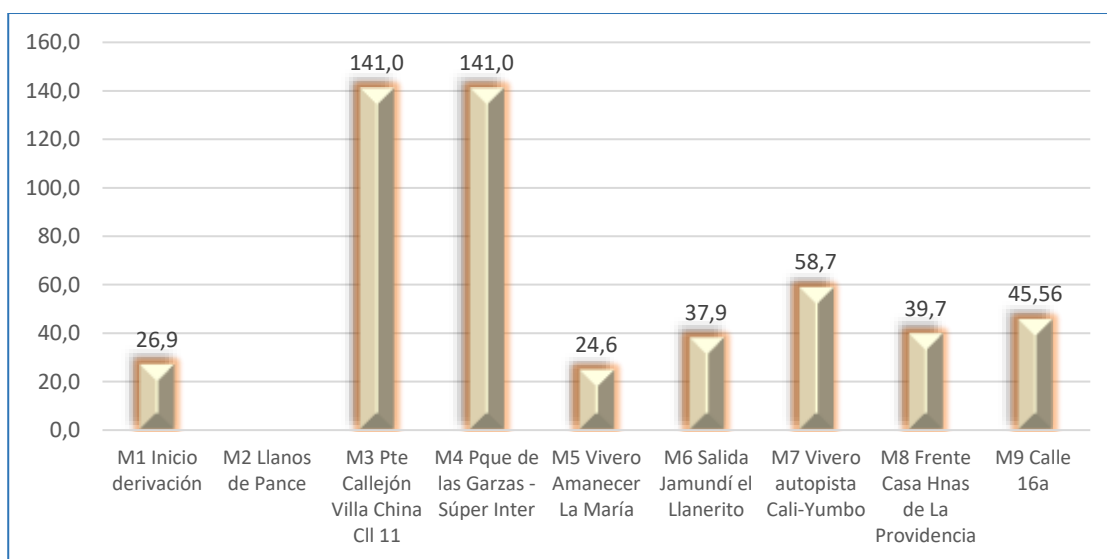


Gráfico 29. Caudal en puntos de muestreo derivación 5

Los caudales de la derivación 6 son bajos en comparación con los puntos más altos de la derivación 4 y 5. El M1 Inicio de la derivación presenta un caudal de 114,5, M2 CNB Shalon tiene un caudal de 90,69. La quebrada Gualí – aguas arriba tan solo reporta un caudal de 5,58. (Gráfico 30)

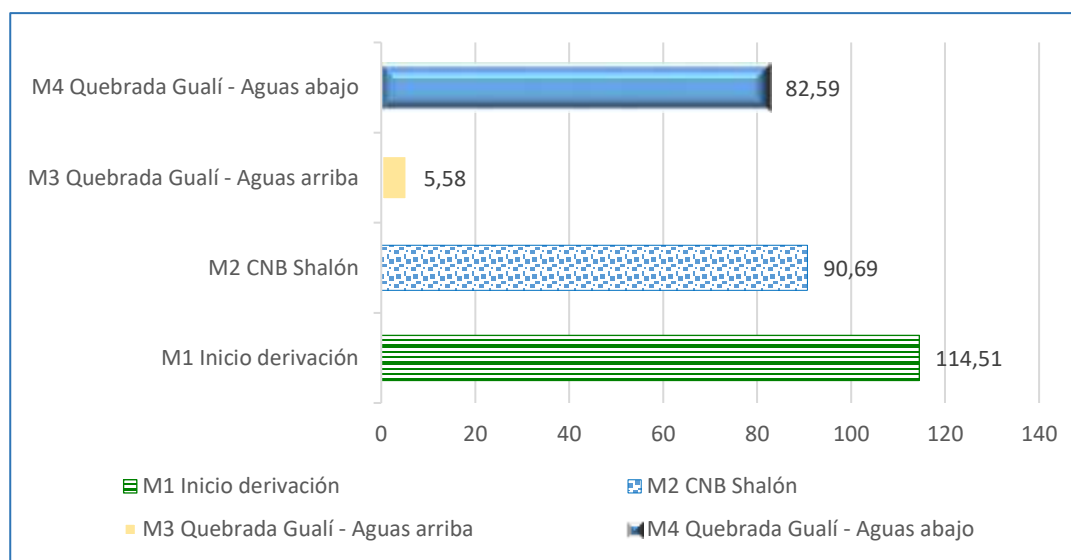


Gráfico 30. Caudal en puntos de muestreo derivación 6

7.2 Conflictos ambientales presentes en las derivaciones 4, 5 y 6 del Río Pance

De acuerdo a las encuestas realizadas a los usuarios cercanos a los 20 puntos donde se tomaron las muestras se evidenció para las derivaciones 4, 5 y 6 del río Pance los siguientes aspectos.

7.2.1 Análisis resultados de encuestas

Se evidencia con la encuesta que un 41% de los predios tienen un área mayor de 10000 m², seguido con un 38% de los predios que tienen de 1000 a -5000 m², demostrando que los predios en las derivaciones 4, 5 y 6 tienen en su mayoría más de una hectárea. (Gráfico 31)

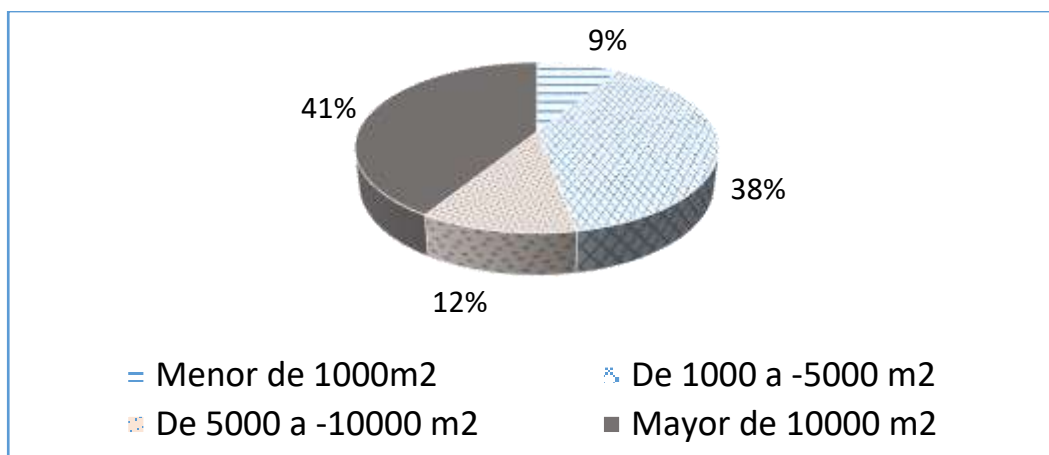


Gráfico 31. Área de predios

El gráfico 32 permite evidenciar que 47% tiene más de 25 años de antigüedad, seguido con un 23% de aquellos predios con una antigüedad de 5 a 15 años.

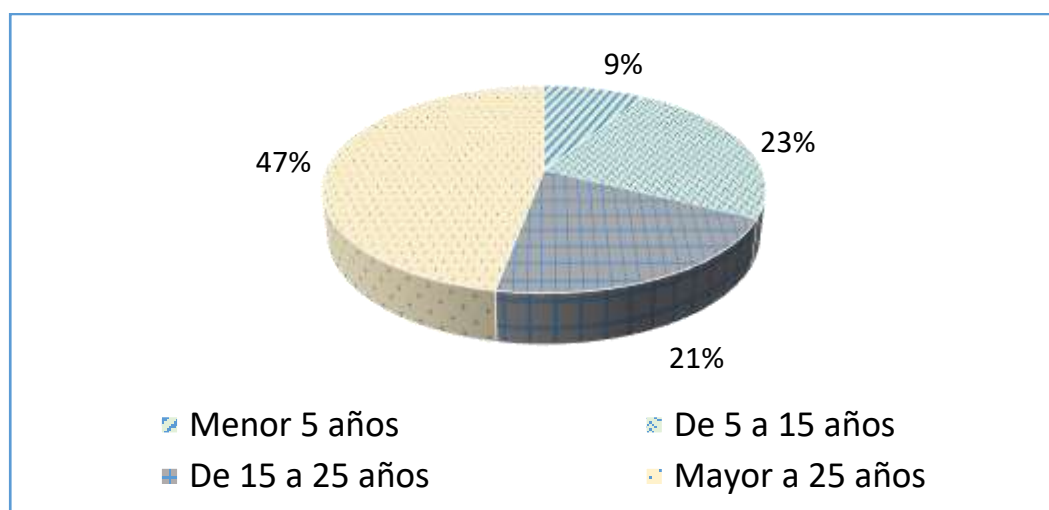


Gráfico 32. Antigüedad del predio

El tipo de tenencia residencial (condominios y casas) se evidencia en un 50% de los predios, al institucional pertenecen las Universidades, colegios, capilla, geriátricos entre otros, representados por un 32%, al 12% del recreacional pertenecen predios como el Club Municipal, academia de fútbol o mirador de la Amistad y al 6% de comercial viveros, establos. (Gráfico 33)

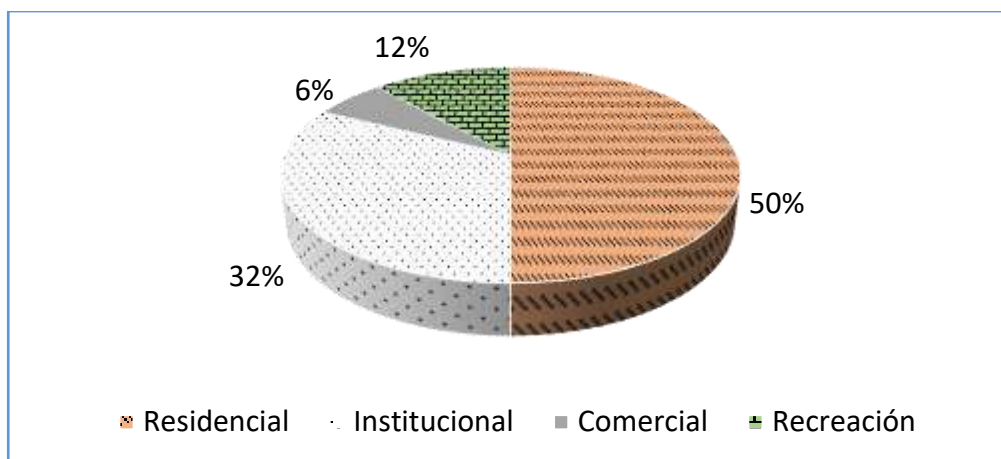


Gráfico 33. Tipo tenencia del predio

En cuanto a lo recreacional se evidencia que en los predios existen piscina y lagos artificiales, los cuales son abastecidos en gran parte por las derivaciones. Un 44% de los predios cuenta con piscina, un 9% con lago artificial, un 21% con ambos y tan solo un 26% con ninguno de estos tipos de recreación. (Gráfico 34)

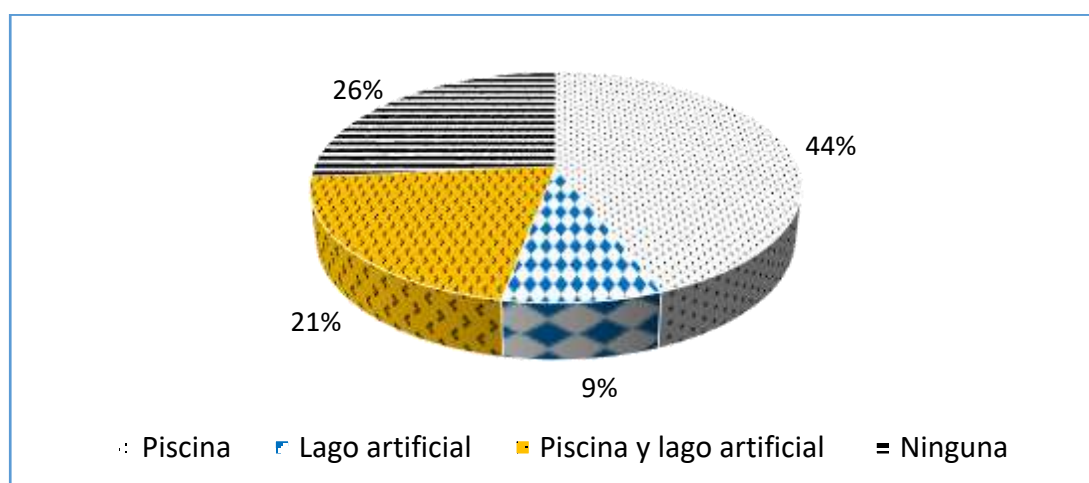


Gráfico 34. Piscinas y lagos

Puntualmente la encuesta permitió definir cuatro temas centrales que representan conflictos en las derivaciones 4, 5 y 6, desviación/captación del agua, contaminación, dificultad para el control del recurso hídrico y desbordamiento por retención, siendo la primera la más crítica de

acuerdo a la opinión de los moradores del sector.

Entre las quejas por desviación y captación que refirieron los encuestados se encuentran:

“Si, agua arriba hacen captación y dejan sin flujo de agua el predio”

“Si, el vecino de US no permite que el agua fluya, ni con Policía se puede obtener ingreso y solucionar el problema”

“Aguas arriba hay piscinas que las llenan con aguas de la acequia”

“Si, el colegio Anglo americano limita el paso del agua hacia este predio, hasta llegar a secar completamente los drenajes”

Se evidencia además que la contaminación del agua se debe a una falta de consciencia por parte de la comunidad, se realizan actividades sin contemplar los efectos en la calidad del agua para los demás actores o usuarios que también tiene derecho al uso del recurso hídrico que ofrece las derivaciones 4, 5 y 6.

“Si, Contaminación del agua por lavado de pesebreras agua arriba”

“Si, vecinos detienen acequia 3 años se contaminó con liquido blanco. Se metió perros”

Si, la vecina de aguas arriba inmediatamente vierte por el muro cuando limpia la piscina, ensucia la acequia”

Si, fines de semana no pasa agua dentro del predio, malos olores en la acequia (caño) color blanco en la acequia parecido a la pintura blanca”

La dificultad para el control del recurso hídrico queda manifiesta con los insultos a funcionarios de los acueductos que deben realizar labores de inspección, mantenimiento preventivo y correctivo y solucionar quejas por el agua. Literalmente se manifestó a la pregunta de si existe algún conflicto que reconozca “Si, los funcionarios del acueducto (fontaneros) han recibido insultos por parte de los victimarios”

El uso inapropiado del recurso hídrico ha llevado a que en la zona se presenten inundaciones o desbordamiento por retención: “el vecino predio "chiquitines" cambiaron la ruta de salida y generan problemas de inundación por colmatención en la alcantarilla”

Igualmente, la encuesta permitió evidenciar altas quejas por la escases y disminución del cauce, especialmente durante los periodos de verano en los meses de junio, julio y agosto, lo que disminuye la eficiencia de los acueductos de la zona para abastecer del servicio público, lo que puede explicar porque hay predios que cuentan con aljibes o acueducto propio.

7.2.2 Matriz Vester evaluación de conflictos

La información de las encuestas, el trabajo de campo y la revisión documental y bibliográfica se evalúan mediante la matriz Vester, en la cual se tiene en cuenta la relación específica de 9 problemas identificados, calificando su influencia en una escala de 0 a 3 donde 0 es nula influencia y los valores de 0, 1, 2 y 3, nula, baja, media y alta influencia respectivamente. (Tabla 11)

La variable que tiene una mayor dependencia es la afectación por la inapropiada captación y desviación del agua, de igual forma esta variable resulta ser la que más influye en los otros conflictos identificados.

	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL INFLUENCIA
1	Alta tenencia predios para recreación, institucional y comercial		3	3	0	2	3	3	1	0	15
2	Escases durante el año (clima)	2		3	0	3	0	3	0	0	11
3	Afectación por la inapropiada captación y desviación del agua	3	3		0	3	0	3	3	3	18
4	Ausencias de pozos sépticos y/o alcantarillado	2	0	0		0	3	0	2	0	7
5	Captación sin permiso (documento) de concesión	3	3	3	0		0	3	3	0	15
6	Contaminación del recurso hídrico	3	0	0	3	0		0	3	0	9
7	Alta demanda del acueducto derivaciones 4, 5 y 6	3	3	3	0	3	0		0	0	12
8	Dificultad control recurso hídrico	0	0	3	3	3	2	0		0	11
9	Desbordamiento por retención (inundaciones)	0	0	3	0	3	0	0	2		8
	TOTAL DEPENDENCIA	16	12	18	6	17	8	12	14	3	

Tabla 11. Matriz Vester conflictos derivaciones 4, 5 y 6

El gráfico 35 resultado de la matriz Vester permite clasificar los conflictos en pasivos, críticos, indiferentes y activos. (Anexo B)

Críticos:

1. Alta tenencia predios para recreación, institucional y comercial
3. Afectación por la inapropiada captación y desviación del agua
5. Captación sin permiso (documento) de concesión.

Indiferentes:

4. Ausencias de pozos sépticos y/o alcantarillado
6. Contaminación del recurso hídrico
9. Desbordamiento por retención (inundaciones).

Activos:

2. Escases durante el año (clima)
7. Alta demanda del acueducto derivaciones 4, 5 y 6
8. Dificultad control recurso hídrico

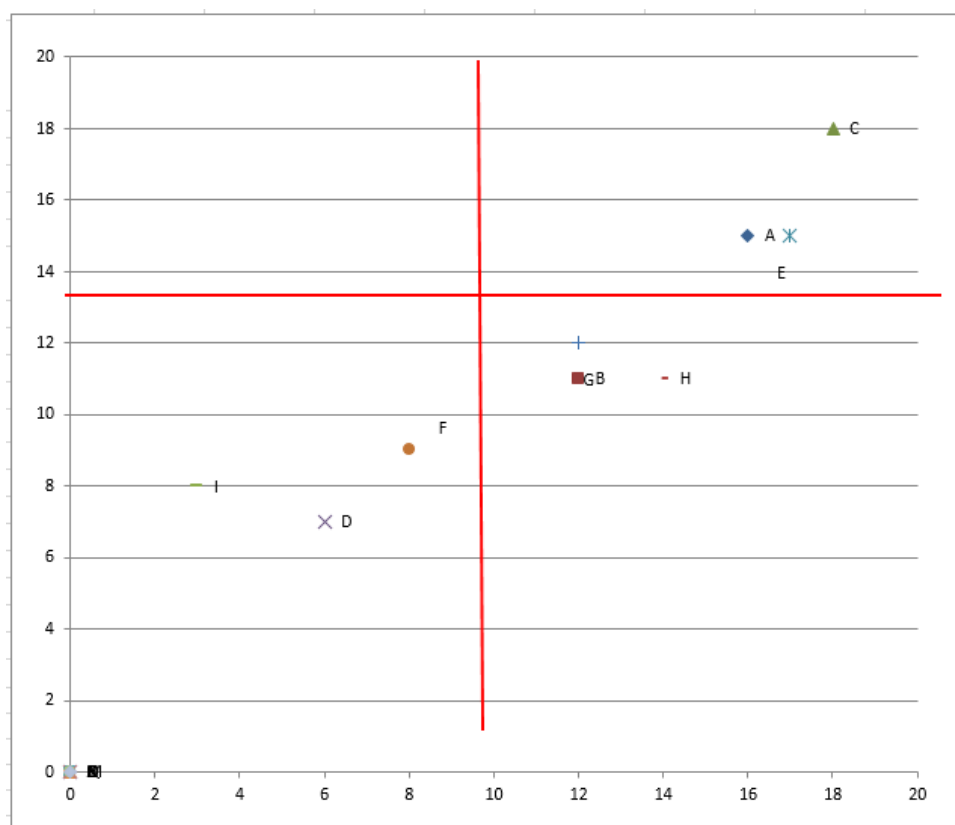


Gráfico 35. Resultado matriz Vester conflictos derivación 4, 5 y 6

7.2.3 Conflictos ambientales por derivación

Derivación 4. Se han evidenciado problemas asociados al uso del recurso hídrico de la derivación 4, dentro de los cuales el más importante es conflicto en el tema de calidad por posibles vertimientos aguas arriba, además de problemas de lodos asociados a la limpieza de los tanques de cada uno de los acueductos de la zona. Otro de los problemas que se evidencian en la derivación 4 corresponde a la cantidad del recurso, esto se debe a la gran cantidad de acueductos en la zona, además de la cantidad de lagos. Al no poseer una estructura fija, se presenta un problema de cantidad del recurso, especialmente en los días posteriores a los fines de semana, ya que las personas que asisten al Ecoparque del Río Pance mueven los trinchos y cierran las derivaciones para establecer piscinas, por lo que se interrumpe el paso de flujo a la derivación. Adicionalmente una de las ramificaciones de la derivación 4 corresponde a la descarga de los tanques y laguna de almacenamiento del acueducto Aprofınca.

Derivación 5. Uno de los principales problemas que se evidencian en la derivación 5 es de calidad, se ha detectado por parte de los usuarios de las derivaciones, subderivaciones, ramificaciones y subramificaciones encuestados, que se ha venido presentando coloración blanca al recurso hídrico, con las respectivas denuncias a la autoridad ambiental, además de denuncias en medio de información públicos. Por otra parte al igual que la derivación 4, también se presenta problemas con la asistencia al Ecoparque del Río Pance que al mover los trinchos cierran las derivaciones para establecer piscinas, interrumpiendo el flujo.

Derivación 6. A diferencia de las derivaciones 4 y 5 es menos recurrente el problema de bloqueo por parte de las actividades turísticas, por lo que no se tiene problemas de cantidad originados por dicha razón.

7.3 Alternativa para mitigar los conflictos ambientales para las derivaciones 4, 5 y 6 del Río Pance – municipio Santiago de Cali

Teniendo en cuenta que los factores críticos es la alta tenencia de predios para recreación, institucional y comercial, la demanda del recurso hídrico es bastante elevada; agregando a esta

problemática la afectación de las derivaciones por la inapropiada captación y desviación del recurso, sin control y seguimiento por parte de las autoridades ambientales, que a su vez al exigir el permiso los propietarios no cuentan con este documento obligatorio y por ende no pagan la tasa correspondiente por su uso y no se puede corroborar si están dentro de los límites permisibles en volumen de captación; para estos puntos algunas alternativas son:

7.3.1 Control y monitoreo

Las entidades ambientales deben establecer control en los predios ubicados en las respectivas derivaciones para exigir el cumplimiento normativo a los actores involucrados en temas de concesión de aguas de acuerdo al Decreto 1076 de 2015- Compendio Ambiental, y poder establecer los respectivos medidores que ayudan a disminuir la captación y desviación de agua sin ninguna vigilancia, para de esta forma recuperar y mantener los caudales del río y poder cumplir con la oferta equitativamente.

7.3.2 Sanciones Económicas y Disciplinarias

De debe establecer sanciones económicas con multas elevadas para que los infractores se vean obligados a cumplir con la normatividad ambiental vigente y correspondiente en cada predio, en temas de consumo indiscriminado de agua y/o manipulación de medidores, como en el no pago de la tasa ambiental correspondiente por la captación; lo anterior debido a que muchos individuos prefieren pagar la sanción que acatar la normatividad, y es claro que la normativa indica que “el que contamina paga”.

7.3.3 Incentivos Ambientales

Las autoridades ambientales en conjunto con la junta de acción comunal y la comunidad, pueden elaborar un plan de incentivos en relación con tarifas para el uso del recurso hídrico vs el ahorro eficiente del agua, estableciendo unas metas coherentes de acuerdo a cada actor involucrado (Recreación, Institucional, Comercial y Domestico).

De acuerdo a la Matriz Vester, como puntos indiferentes muestra la ausencia de pozos sépticos y/o alcantarillado en varios predios encuestados, realizando vertimientos directamente al río sin ningún tratamiento previo, causando la contaminación del recurso hídrico y elevando los parámetros de calidad del agua; por otro lado las barreras y diques que utilizan los actores para la retención de agua, hacen que en tiempos de invierno se presenten desbordamientos de los mismos e inundaciones, que pueden poner en riesgo la vida de los mismos habitantes del sector. Algunas alternativas para esta problemática son las siguientes:

7.3.4 Tratamiento Técnico a Vertimiento

Con el apoyo de la autoridad ambiental competente y la junta de acción comunal, se puede implementar centros piloto de tratamiento de aguas residuales, con el propósito de mostrar la factibilidad técnica, económica y ambiental a los diferentes actores involucrados, realizar las respectivas caracterizaciones y monitoreo por parte de la autoridad ambiental y posteriormente divulgar a los involucrados para mostrar la importancia de un tratamiento a los vertimientos independientemente del tipo de actividad para el que sea utilizado el predio.

7.3.5 Educación Ambiental y Plan de Emergencia

Teniendo en cuenta los desbordamientos presentados por la retención de agua a través de diques y barreras, es necesario implementar proyectos educativos y de concientización para el uso adecuado en temas de captación, al igual que el uso racional del recurso hídrico en las derivaciones mencionadas del río Pance; esto, mediante talleres de sensibilización y capacitación de buenas prácticas del uso y manejo del agua, importancia del cumplimiento de la normatividad ambiental y los riesgos en cuanto a desastres ambientales en temas de inundación.

Posteriormente se puede aprovechar estos espacios y talleres para en conjunto con la autoridad ambiental competente elaborar planes de contingencia y emergencia para proteger a la comunidad en temas de prevención de desastres y salubridad por el manejo de las aguas residuales.

Los factores activos como escases durante el año (clima) tema que afecta bastante el recurso

hídrico y que por consecuencia del calentamiento global se alargan las temporadas de verano y/o por el contrario las coloca ya en meses que no estaban conocidos como épocas secas, aumentan la demanda del recurso en los acueductos de las derivaciones 4,5, y 6 que hace lo posible por ofertar esté recurso a toda la comunidad; cabe notar que la dificultad para el control del recurso hídrico por parte de las autoridades y entidades competentes es compleja con algunos propietarios de predios teniendo conflictos con los mismos. Una alternativa para esta problemática es:

7.3.6 Constitución de Grupos de Apoyos Ambientales entre los propietarios

Conformar grupos de apoyo entre la comunidad con el apoyo de las entidades ambientales y las junta de acción comunal, para elaborar programas que permitan hacer uso eficiente del recurso hídrico y actividades que permitan en época de verano evitar la escases; para esto deben planificar, coordinar y ejecutar las talleres ambientales desarrollados al control del recursos hídrico en todos los predios involucrados, cuidados en la parte alta del río (nacaderos) para aumentar el caudal y planteamiento entre toda la comunidad de actividades que sean controladas en épocas de verano.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A pesar de los altibajos presentes en temas de contaminación, los parámetros básicos determinantes para el Índice de Calidad del Agua en los diferentes putos de las derivaciones 4,5 y 6, muestran como resultado un recurso hídrico aceptable con control para el consumo humano, debido a que algunos parámetros como la Turbiedad presenta un incremento en cada una de las derivaciones 4 , 5 y 6 debido a la limpieza de los tanques de los acueductos de la zona , la toma de muestras en época de invierno y la corriente es poca así que arrastra parte de suelo y arenas, el PH en cambio presenta un comportamiento similar en las derivaciones, solo presenta unos puntos por debajo de la norma pero que no afecta la calidad del agua, el OD en todas las fuentes se encontraron por encima de 5 mg(L) lo cual indica que son aguas ricas en oxígeno y se puede encontrar cierta diversidad biológica en estos ecosistemas, DBO mg(L) a nivel general solo se ven afectados unos puntos por materia orgánica indirecta o directamente, DQO mg(L) en general se ve la presencia de alta contaminación del agua por vertimientos y diferentes actividades por invasiones y asentamientos urbanos, SST en general son aguas que se encuentran contaminadas con solidos suspendidos, Caudal en el caso de las derivaciones 4 y 5 tiende a la disminución por la inapropiada captación y la desviación de estas , en la derivación 6 no presenta ninguna afectación debido a que a esta llegan las demás derivaciones, Coliformes Totales se encuentran involucrados los coliformes fecales y se evidencian las descargas sin ningún tipo de control por lo que incrementan los microorganismos, en el caso de la derivación 6 por la presencia de caballerizas, Conductividad en este caso se observa que en la derivación 4 va disminuyendo en la 5 hay una fluctuación y en la 6 hay una sentencia a aumentar por las sales. Por lo que las autoridades ambientales deben de estar alerta realizando constantemente monitoreo y caracterización, evitando desmejorar sus características, teniendo en cuenta que este recurso es disfrutado para sus diferentes actividades por la comunidad caleña y los habitantes del sector.

Se evidencia factores críticos por la captación inadecuada del recurso hídrico para beneficios personales, como también ausencia en el cumplimiento normativo ambiental vigente; lo cual aumenta la demanda sin tener en cuenta la oferta del mismo en temas de caudal, generando conflictos entre propietarios que se ven afectados directamente por la falta de compromiso de algunos autores involucrados, por lo que solicitan más acciones en la parte de gestión hídrica por

parte de la autoridad ambiental competente y la promoción de actividades en temas de educación ambiental que promuevan el cuidado y la importancia del medio natural, como la apropiación en el uso eficiente del recurso hídrico en toda la comunidad

Las alternativas planteadas, contribuyen al mejoramiento de la cuenca hidrográfica en general, involucrando tanto a la autoridad ambiental competente, propietarios de los predios, comunidad del sector y visitantes, pues cabe notar que esta zona hace parte del Parque Natural de los Farallones de Cali y ofrece un ecoturismo en esta ciudad; dichas alternativas pretenden mitigar acciones que están colocando en riesgo el desarrollo sostenible del sector afectando directamente la flora y fauna, como la oferta del recurso hídrico vital para la vida del ser humano.

BIBLIOGRAFÍA

- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J., & Díaz, D. (2014). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería Solidaria*, 10(17), 111-124. Obtenido de <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/download/811/770>
- Congreso de Colombia. (1993). *Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA*. Bogotá D.C.: Diario Oficial No. 41.146 de 22 de diciembre de 1993. Obtenido de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html
- Figueroa, A., & Vásquez, G. (2017). Capítulo 3. La Calidad Fisicoquímica del Agua en la Laguna de Sonso. En E. J. Peña, J. R. Cantera, & E. Muñoz, *Evaluación de la contaminación en ecosistemas acuáticos. Estudio de caso en la laguna de Sonso, Cuenca Alta del Río Cauca* (págs. 64-93). Bogotá: Universidad Autónoma de Occidente, Universidad del Valle.
- Fundación Agua y Paz. (2013). *Calidad de agua de los rios de Santiago de Cali en su Cuenca Urbana ICA- IDEAM*. Santiago de Cali. Obtenido de www.cali.gov.co/descargar.php?idFile=7728
- IDEAM. (s.f.). *Índice de calidad del agua en corrientes superficiales ICA*. Obtenido de http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/36-3.21_HM_Indice_calidad_agua_3_FI.pdf/9d28de9c-8b53-470e-82ab-daca2d0b0031
- Martínez, C. A. (2014). *Informe de Gestión año 2013*. Santiago de Cali: Dirección de Control Disciplinario Interno. Obtenido de <http://www.cali.gov.co/documentos/1249/informes-de-gestion-2013/>

- Minambiente. (s.f.). *Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC, Agua. Calidad del Agua*. Sistema de Información Ambiental de Colombia. Obtenido de <http://www.siac.gov.co/calidadagua>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Resolución 631 de 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público*. Bogotá D.C.: Diario Oficial No. 49.486 de 18 de abril de 2015. Obtenido de https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambienteds_0631_2015.htm
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico para aguas superficiales continentales*. Bogotá, D.C. Obtenido de www.andi.com.co/Uploads/Guía_modelación_Final_%20aguasuperficialcontinental.pdf
- Ministro de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Resolución número 2115 (22 jun 2007). Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano*. Bogotá D.C. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislacion%20del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf
- OMS. (2003). *Guía para la calidad del agua potable. Primer apéndice a la tercera edición. Volumen I. Recomendaciones*. Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Peña, E. J., Cantera, J. R., & Muñoz, E. (2017). *Evaluación de la contaminación en ecosistemas acuáticos. Estudio de caso en la laguna de Sonso, cuenca alta del río Cauca*. Cali: Programa Editorial Universidad del Valle y Universidad Autónoma de Occidente. Obtenido de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/10367/1/Evaluacion%20de%20la%20contaminacion.pdf>

Pérez, M. A., Sánchez, L. D., & Zúñiga, M. C. (2014). *Conflicto ambiental en el Rio Pance entre diversos usos y usuarios del agua*. Santiago de Calli: Universidad del Valle.

Presidencia de la República. (1974). *Decreto 2811 de 1974. Código Nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente*. Obtenido de <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad/decreto-2811-del-18-de-diciembre-de-1974>

Presidencia de la República. (2015). *Decreto 1076 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.habitatbogota.gov.co/decreto-1076-2015>

Presidente de la República de Colombia. (2010). *Decreto 3930 de 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos*. Diario Oficial 47873 de octubre 25 de 2010. Obtenido de www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=40620

Presidente de la República de Colombia. (2012). *Decreto 1640 de 2012. Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos*. Diario Oficial 48510 del 2 de agosto de 2012. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?dt=S&i=49987>

Ramakrishna, B. (1997). *Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas. Conceptos y experiencias*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA.

República de Colombia Ministerio de Agricultura. (1974). *Decreto 1541 de 1978. Por el cual se reglamenta la Parte III del libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las normas no martínicas" y parcialmente la Ley 23 de 1973*. Bogotá D.C. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_1541_de_1978.pdf



Rozo, C. (1999). La industria de alimentos y la contaminación ambiental en Colombia. XX(28), 99-102. Obtenido de <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ls/article/download/4555/3364/>

Trujillo, D., Duque, L. F., Arcila, J. S., Rincón, A., Pacheco, S., & Herrera, Ó. F. (2014). Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. *rev.ion*, 27(1), 17-34. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-100X2014000100003&script=sci_arttext&tlng=pt

UNESCO. (1997). *Control de la contaminación del agua: guía para la aplicación de principios relacionados con la calidad del agua*. Londres, Reino Unido: OMS/PNUMA.

ANEXOS

Anexo A. Formato de encuesta

 FORMULARIO DE ENCUESTA PARA VISITAS TÉCNICAS DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE - DAGMA  JAM INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE S.A.S. PROYECTO: Realizar los estudios hidrológicos en la fase 1 para la reglamentación de las corrientes hídricas en la Comuna 22, quebrada, derivaciones, subderivaciones, ramificaciones, subramificaciones 4, 5 y 6 del río Pance, área del municipio de Santiago de Cali.									
INFORMACIÓN FÍSICA DEL PREDIO.									
USUARIO:			CC/NIT:			TEL:			
EMAIL:			DIRECCIÓN DE CORRESPONDENCIA:						
NOMBRE DEL PREDIO:			ANTIGÜEDAD:						
CED. CATASTRAL:			ÁREA:			ÁREA EN USO:			
GEOREFERENCIACIÓN:		E:		N:		A:			
TIPO DE TENENCIA:									
OBSERVACIONES:									
INFORMACIÓN DE LA CAPTACIÓN									
GEOREFERENCIACIÓN:		E:		N:		A:			
POSEE CONCESIÓN:			N° EXP.:		ESTADO:				
TIPO DE FUENTE:				NOMBRE DE LA FUENTE:					
ORGANOLEPTICA:				TIPO DE ESTRUCTURA:					
CAUDAL DE LA FUENTE (L/s)			CAUDAL CAPTADO (L/s)						
OBSERVACIONES:									
INFORMACIÓN DE VERTIMIENTOS									
POZO SÉPTICO:		SUELO:		C. AGUA:		PERMISO:		OTRO:	
OBSERVACIONES:									
USOS AGROPECUARIOS									
PECUARIOS:									
ESTABULADO:									
AGRICOLA:									
OTROS USOS:									
OBSERVACIONES:									
USO DOMESTICO									
ACUEDUCTO O DIRECTAMENTE DE CUERPO DE AGUA:									
HABITANTES PERMANENTES:			HABITANTES TRANSITORIOS:						
OBSERVACIONES:									
USOS RECREATIVO , INDUSTRIALES U OTROS									
PISCINA	Sí	No	Cuántas?	Volumen en m3, (Dimensiones)	Cada cuánto cambian el agua de la(s) piscina(s)?				
LAGOS ARTIFICIALES	Sí	No	Cuántos?	Volumen en m3					
IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y RIESGOS.									
PERCEPCIÓN DE LA COMUNIDAD									
¿En que meses del año se presenta mayor escasez del recurso hídrico?									
¿Ha sido testigo de algún conflicto por el uso del agua en los últimos años?					Sí	No	Describa brevemente abajo		
OBSERVACIONES									
Otros relevantes: aforos y medidas de la obra de captación, complementarias a los diferentes usos como por ejemplo...									
ENCUESTADO					ENCUESTADOR:				
FIRMA:					NOMBRE:				
NOMBRE:					CC:				
CC:					FECHA:				

Anexo B. Resultados matriz Vester

DESCRIPCIÓN		DEPENDENCIA INFLUENCIA	
		X	Y
Alta tenencia predios para recreación, institucional y comercial	A	16	15
Escases durante el año (clima)	B	12	11
Afectación por la inapropiada captación y desviación del agua	C	18	18
Ausencias de pozos sépticos y/o alcantarillado	D	6	7
Captación sin permiso (documento) de concepción	E	17	15
Contaminación del recurso hídrico	F	8	9
Alta demanda del acueducto derivaciones 4, 5 y 6	G	12	12
Dificultad control recurso hídrico	H	14	11
Desbordamiento por retención (inundaciones)	I	3	8

Ejemplo Matriz clasificación y análisis de resultados

