

Análisis de la relación existente entre los conflictos ambientales y las estrategias de uso y conservación de los recursos naturales implementadas por los actores en la cuenca media alta del río Cali., Valle del Cauca, Colombia

Octavio Tumbajoy



Universidad Santiago de Cali

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Maestría en Gestión Pública

Santiago de Cali

2023

Análisis de la relación existente entre los conflictos ambientales y las estrategias de uso y conservación de los recursos naturales implementadas por los actores en la cuenca media alta del río Cali., Valle del Cauca, Colombia

Octavio Tumbajoy

Diego Fernando Vargas

Director trabajo de grado

Universidad Santiago de Cali

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Maestría en Gestión Pública

Santiago de Cali

2023

Tabla de contenido

Introducción.....	7
1 Antecedentes.....	10
2 Objetivos.....	14
2.1 Objetivo general.....	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 Justificación	15
4 Marco teórico.....	18
4.1 Marco Contextual	18
4.1.1 Análisis de las Políticas públicas de calidad del agua	20
4.1.2 Potabilización de agua.....	21
4.1.3 Uso de suelo	23
4.2 Marco legal	24
4.3 Marco conceptual.....	27
5 Metodología.....	31
5.1 Enfoque.....	32
5.2 Método.....	32
5.3 Actividades de la Investigación	32
6 Resultados.....	36
6.1 Caracterización del consumo de agua potable en el Municipio de Santiago de Cali. 36	
6.1.1 Causales relacionados con la calidad del agua.	38
6.1.2 Sistema de captación del Rio Cali	39
6.2 Análisis de los niveles de contaminación que proporcionan la suspensión de actividades en la planta de tratamiento del Rio Cali.	45

6.2.1	Papel del Parque Nacional Natural de Farallones	48
6.3	Comparación entre las condiciones de agua y los indicadores de calidad.....	49
6.3.1	Alternativas de potabilización de agua con cargas contaminantes con metales pesados	50
6.4	Impacto en la comunidad sobre sus condiciones de vida ocasionados por los cortes del suministro de agua potable para el consumo humano.	53
6.5	Análisis de paradas	53
6.6	Análisis del plan de desarrollo.....	60
6.6.1	Acueducto y alcantarillado	60
6.6.2	Cifras reportadas del ICA – Rio Cali	61
6.6.3	Relación oficial de suspensiones de agua.....	67
6.6.4	Aplicación de las políticas públicas.....	69
6.6.5	Políticas públicas implementadas y medidas a tener en cuenta.....	71
7	Conclusiones.....	75
8	Recomendaciones	77
9	Bibliografía.....	79

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Uso de suelo correspondiente a la zona productora del río Cali.	23
Ilustración 2. Uso de suelo correspondiente a la zona consumidora del río Cali.	24
Ilustración 3. Parámetros del Índice de Riesgo de Calidad del Agua.....	38
Ilustración 4. Captación Rio Cali	40
Ilustración 5. Sistema de Desarenación.....	41
Ilustración 6. Aducción Sistema Rio Cali – Reporte SUI	41
Ilustración 7. Estructuras PTAP Rio Cali.....	43
Ilustración 8. PTAP Rio Cali – Reporte SUI.....	44
Ilustración 9. Almacenamiento PTAP Río Cali.....	45
Ilustración 10. Membrana.....	51
Ilustración 11. Cifras reportadas del ICA – Rio Cali	63
Ilustración 12. Estado de la contaminación de una de las cuencas hidrográficas.	74
Ilustración 13. Reportes de Emcali sobre eventos y suspensiones del suministro de agua..	81

Lista de tablas

Tabla 1. Características físicas.	46
Tabla 2. Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias ecosistémicas frecuentes.....	47
Tabla 3. Duración total por evento	55
Tabla 4. Caracterización del balance de paradas en las diferentes plantas de tratamiento...	65
Tabla 5. Eventos y Suspensiones en el acueducto de la ciudad de Cali.	67
Tabla 6. Caracterización de una DOFA.....	71

Lista de gráficas

Grafica 1. Cantidad de paradas en el periodo 2014-2019.....	54
Grafica 2. Suspensiones según el evento de parada en el periodo 2014-2019	55
Grafica 3. Paradas presentadas en el año 2014.....	57
Grafica 4. Paradas presentadas en el año 2015.....	57
Grafica 5. Paradas presentadas en el año 2016.....	58
Grafica 6. Paradas presentadas en el año 2017.....	58
Grafica 7. Paradas presentadas en el año 2018.....	59
Grafica 8. Paradas presentadas en el año 2019.....	60

Introducción

El agua dulce de nuestro planeta está contenida aproximadamente en un 70% en forma de hielo, desafortunadamente la parte restante que se encuentra en los acuíferos la estamos acabando de manera constante y mucho más rápido que la forma natural de recarga. Para la parte agrícola se utilizan dos terceras partes de este líquido vital. De seguir el crecimiento de la población por cada año aumentaría la demanda de manera lamentable para nuestro planeta.

Para el año 2017 se registra una población de 7.700 millones de la cual se calcula que aumente para el 2050 entre 9400 y 10000 millones aproximadamente. De igual manera se estima que gran parte de esta población vivirá en las ciudades y en el continente de África tendrá un mayor crecimiento, es decir 1300 millones más y el segundo en ese orden sería Asia con aproximadamente 750 millones los cuales contribuyen a futuro en el aumento de la población.

Entre los objetivos del milenio para 2015 se refleja el compromiso por garantizar la la protección del medio ambiente. El agua ocupa una parte importante y lograr que un alto porcentaje de la población mundial disfrute del nivel más alto de este servicio. A nivel mundial 147 países han cumplido con la meta de dar acceso al agua potable, además, para el año 2000 aproximadamente el 39,4% de la población urbana vivía en barrios marginales, empero para el año 2014 esta cifra disminuyo al 29,7% (ONU 2015).

En un informe entregado por las Naciones Unidas en marzo del año 2018, 11 de los lideres alertaron sobre la creciente crisis del agua: “Que cada gota cuente: Una Agenda para la Acción del Agua”. Se hace un llamado para que habitante del planeta entienda, valore y

gestione el agua como un recurso precioso (Naciones Unidas -Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, 2018). Este informe revela que un poco más de la tercer parte de la población mundial se ve impactada por la falta de agua, y 700 millones de habitantes pueden ser desplazadas para el año 2030 debido a la falta de este recurso.

Cali es una ciudad privilegiada por su oferta hídrica, cuenta con siete ríos que recorren su territorio desde la zona montañosa hasta las tierras bajas, más de 1.500 quebradas y nacimientos, y la zona de influencia del Río Cauca que define uno de sus límites perimetrales (Personería Municipal Santiago de Cali, 2015).; la oferta ambiental de este componente es un elemento estructurante del territorio. Esta situación representa una ventaja para la sostenibilidad y la competitividad, ya que el agua es un eje articulador entre lo urbano-rural y lo regional.

La mayoría de las situaciones identificadas para la temática de agua en el Municipio de Santiago de Cali como por ejemplo las suspensiones cada vez más constantes del acueducto y posible contaminación del mismo, están colocando en riesgo la estabilidad de los socio-ecosistemas del municipio, dichas situaciones se relacionan directamente con cuatro factores: la contaminación, el desabastecimiento de agua en épocas de sequía y/o lluvias, las pérdidas técnicas por deficiente infraestructura en tema de prestación del servicio y la fragmentación ecosistemita.

Las situaciones priorizadas tienen una gran incidencia, intensidad y generación de riesgo en el municipio, ya que afectan a un gran porcentaje de la población, debido a la disminución de la calidad del recurso, la prestación de su servicio, al igual que la afectación directa que tiene sobre los ecosistemas; sin embargo, aunque se ha invertido muchos recursos

económicos para tratar de subsanar estas situaciones, los resultados no han sido positivos y en cambio se evidencia el agravamiento de estas situaciones. Dichas situaciones requieren acciones de control, de resolución de conflictos y otras de gestión con un gran componente de planificación.

Posteriormente se necesita una amplia atención de parte de las entidades competentes para efectuar las normas de sanidad y subsistencia de las aguas y fortificar las campañas de concientización del cuidado del agua en zonas urbanas y rurales y el sostenimiento del río.

1 Antecedentes

Colombia a nivel mundial ocupa un sitio de reconocimiento por su diversidad biológica y su gran riqueza hídrica; Con respecto a su situación geográfica a nivel de sur América posee un caudal superficial 3 veces mayor que los otros países suramericanos según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2010). A nivel mundial posee un caudal 6 veces mayor que el promedio ubicada en un puesto séptimo, después de Indonesia, Brasil, Rusia, Canadá, China e India,; Así pues Colombia tiene en sus litorales marinos y costeros 3.000 Km., Con relación a las microcuencas cuenta con 7.000 y de ellas depende el 80% del agua potable que abastece a la población colombiana; sus maravillosos y diversos ecosistemas que conservan más del 70 y 95% en los ambientes semiáridos y áridos, y entre el 30% y el 60% del agua en las zonas húmedas.

Según el Informe Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano (INCA) llevado a cabo en el 2017, se han realizado diversas pruebas relacionada con la Calidad de Agua para Consumo Humano desde el 2005, todo esto con el seguimiento de la Superintendencia Delegada para todo lo relacionado con Aseo, Acueducto y Alcantarillado, proyectadas mediante la red de distribución y en conjunto con las Autoridades pertinentes en temas de Salud de los departamentos, municipios y distritos.

El objetivo principal del informe realizado por el INCA es identificar el porcentaje de aceptación en la calidad microbiológica y físico química del agua para permitir el consumo humano. Por parte del Ministerio de Medio Ambiente se logró identificar que 114 empresas prestadoras de servicio de acueducto suministran en 201 municipios del país agua no apta para el consumo humano, siendo en total 206 empresas prestadoras de servicio de acueducto.

El proceso de planificación motiva al diseño de objetivos de manejo y calidad de los recursos hídricos. Sin embargo, la legislación colombiana se encuentra orientada en la regulación y el control de la contaminación hídrica, por lo que, para aplicar instrumentos de gestión y económicos es exigible procedimientos de regulación y control como una condición especial. De acuerdo con el Decreto 3100 de 2003, que menciona lo que respecta al manejo y la priorización de cuencas, específicamente en el Artículo 3° - Priorización de Cuencas, estipulando que las Autoridades Ambientales Competentes pueden realizar un cobro monetario por el uso de cuencas caracterizadas por su calidad.

El río Cali es uno de los principales ríos en la Ciudad que lleva su nombre. Nace en el Alto del Buey en los llamados Farallones de Cali. Su maravilloso cauce tiene 50 km y desemboca como afluente del Río Cauca, su cuenca hidrológica ocupa 11.920 del noroccidente del municipio y se dirige desde el oeste-noreste. Entre los ríos secundarios se recalcan los ríos Aguacatal y el río Cabuyal, así mismo el río Florida y el río Pichindé.

Todo lo que comprende su cuenca hidrográfica en su gran mayoría se presenta con su aspecto muy boscoso y de mucha diversidad . y se ha considerado como una gran parte en mas del 50% lo que conforma el Parque Nacional Natural de los Farallones de Cali y se extiende en su recorrido por los corregimientos de Fe lidia, Los Andes, Pichindé y la Leonera. Anualmente alcanza 1470 mm en lo relacionado con su nivel de precipitación

El promedio normal del río es de 4,04 m³/s, siendo su promedio mas alto de 12,97 m³/s y el más bajo medio de aproximadamente 1,09 m³/s. El nivel mas alto se presenta en abril y junio y los meses de julio y septiembre el más bajo.

El operador que abastece la ciudad es Empresas Municipales de Cali EMCALI E.I.C.E. y las aguas del Río Cali se tratan en la PLANTA RIO CALI que surte el acueducto, para lograr este abastecimiento se necesita un caudal promedio de 1,5 m³/s, pero puede llegar a utilizar 2,5 m³/s.

De acuerdo con los informes presentados por la Corporación Regional Autónoma del Valle del Cauca (CVC) el agua del Río Cali no solo abastece de agua a la ciudad ya que también sirve de alcantarillado a casi 7.500 personas del área rural de Cali. La gran mayoría de estas veredas vierten sus aguas negras de forma directa a los ríos o afluentes debido a que no poseen plantas adecuadas de tratamiento de aguas residuales.

Finalmente, el informe realizado por la Personería Municipal de Santiago de Cali (2015) expresa que:

“A nivel internacional el Comité de derechos económicos, sociales, culturales de la ONU en la observación 15 de 2002, expresa: el agua es un recurso limitado y de gran importancia para la salud y vida del ser humano, por tal razón los Estados deben llevar a cabo medidas que garanticen los derechos y libertades asociadas al agua, de forma que cualquier persona pueda gozar de igualdad de condiciones al derecho de suministro para suplir las necesidades alimenticias, agrícolas y tecnológicas, además que deben evitarse los cortes arbitrarios del suministro e impedir la contaminación de los recursos hídricos para así disfrutar del derecho al agua”. (p.8)

Por lo cual, se comprende la necesidad de cuidar las cuencas hidrográficas y mantener un control sobre ellas con apoyo de los diferentes actores (comunidad, estado, empresas públicas de acueductos).

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Identificar los conflictos socio ambientales, estrategias de uso y conservación de los recursos naturales implementadas por los actores (comunitarios, institucionales y sectoriales) en la cuenca media alta del rio Cali del Valle del Cauca.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar los aspectos económicos, socio ambientales e institucionales relacionados con el uso y conservación de los recursos naturales de la cuenca del rio Cali.
- Identificar las estrategias asociadas a la política pública en el manejo de la cuenca hidrográfica del río Cali.
- Analizar los conflictos socio ambientales generados por el uso y conservación de los recursos naturales del rio Cali

3 Justificación

El agua es uno de los elementos y recursos más importantes para la vida del ser humano, la flora y la fauna, ya que es el un recurso útil y prioritario para su sostenibilidad; siendo un recurso vital hay que cuidarlo, no obstante, se está presentando una problemática relacionada con el deterioro de la calidad del agua suministrada al casco urbano de la ciudad de Cali; además de la falta de cuidados en los ríos y de tomar conciencia sobre la situación actual y futura si no se toman las medidas pertinentes. Debido a esto se hace un llamado a todas instituciones encargadas de velar por el bienestar y el cuidado del ser humano y del ecosistema.

La investigación propuesta en el presente trabajo se da por la preocupación ante un problema crítico presentado, que se justifica ante la universidad y ante quienes habitan en la ciudad de Santiago de Cali relacionado con la problemática originada por las implicaciones determinantes producto de los recurrentes cortes del servicio de agua para consumo humano por parte del operador responsable como prestador del servicio; con la necesidad de identificar y analizar las políticas públicas enfocadas a la conservación de las hidro cuencas.

Atendiendo a ese derecho universal de suministrar agua para el consumo humano se pretende en el desarrollo del proyecto, determinar las causas que originan el problema de la calidad del agua estableciendo si estas son solamente por factores de turbiedad, por la alta contaminación con residuos sólidos y por falta de oxígeno, o si es por la contaminación de metales pesados que exceden los rangos establecidos en la normatividad vigente lo que permite dejar un aporte muy importante para que se tomen los correctivos necesarios aplicando una Política Pública que garantice la prestación del servicio de agua en calidad permitiendo así mismo buena calidad de vida y de salud.

Igualmente, con el operador como responsable directo y entidades responsables del estado de las fuentes como son la C.V.C. y el DAGMA y las instancias para regular o cuidar que esas condiciones se den por ser las autoridades ambientales y las entidades que determinan las condiciones de la calidad del agua son la secretaria de salud y la UESP – Unidad Ejecutora de Salud Pública.

Con esta investigación se busca alertar y analizar la problemática de la calidad y cantidad del agua en la ciudad de Santiago de Cali. Además, los directos beneficiados son los habitantes de la ciudad de Santiago de Cali en la seguridad de que el suministro del agua tratada por parte del operador se está cumpliendo con todos los parámetros e indicadores de las condiciones físicas, químicas y organolépticas aplicados en el tratamiento de la potabilización del agua. También se benefician: el operador Empresas Municipales de Cali EICE ESP, el Dagma, la CVC, la Secretaria de Salud, y la UESP – Unidad Ejecutora de Salud Pública y todos los ciudadanos ya que esta investigación busca aportar información relevante para la conservación del ecosistema y continuidad de un mejor servicio en la calidad y cantidad del agua potable, para la ciudad de Cali, logrando alcanzar su objetivo primordial.

El aporte y el valor agregado consiste en presentar oportunidades de mejora para las políticas públicas aplicadas a las cuencas hidrográficas y la potabilización de agua específicamente en el departamento del Valle del Cauca, debido a la identificación de los conflictos ambientales, las estrategias de uso y conservación de los recursos naturales implementadas en la cuenca media alta del río Cali - Valle del Cauca.

4 Marco teórico

4.1 Marco Contextual

Según Naiman y otros (1998) citado en Toledo (2006), los ríos y sus cuencas de drenaje conforman gran parte de los ambientes en el planeta integrados con la diversidad cultural de diferentes pueblos alrededor del mundo, que en conjunto complementan los paisajes terrestres. Las generaciones futuras tienen un desafío importante que atender en los estudios de los paisajes fluviales a nivel mundial y como se han ido transformando a lo largo de los años.

Afirma L'vovich (1995) citado en Toledo (2006) que el motor biológico del mundo son los ríos y sus cuencas, porque es gracias a estos que subsisten miles de seres vivos, incluyendo la especie humana en especial en zonas tropicales, áridas y semiáridas. Sin embargo, la civilización industrial ha impactado en los paisajes hidrológicos por el uso desproporcionado de los recursos hídricos en los últimos siglos, causando riesgos y consecuencias irreversibles.

Ante este escenario las mayores amenazas de los ecosistemas acuáticos y la tierra se encuentran relacionados al capitalismo y sus fases industrial y posindustrial, que no consideran los procesos biológicos al momento de realizar indicaciones del mercado (Brown, 2002 citado en Toledo, 2006).

El agua dulce del mundo es un recurso escaso, amenazado y en peligro de extinción. Según los estudios del balance hídrico de la Tierra, solo el 0,007% del agua dulce está realmente disponible para uso humano directo.

Importantes procesos sociales dependen de esta pequeña parte. Evaluaciones recientes realizadas por expertos relacionados con el agua y organizaciones internacionales sugieren que para el año 2025, más de dos tercios de los seres humanos experimentarán algún estrés por la falta de agua (L'vovich et al. 1995, Simonović 1999). Por ende, la necesidad de crear un balance de los logros y limitaciones que tiene el agua, siendo un esfuerzo por repensar este paradigma a la luz de los grandes problemas que confronta la vida en el planeta ante el agotamiento y el deterioro de sus recursos hídricos (Toledo, 2006, p.28).

El uso del suelo en las cuencas de los ríos influye en la calidad del agua debido a diferentes actividades humanas como la deforestación, el vertimiento de químicos, entre otros, que contaminan las fuentes hídricas y afectan la calidad del agua subterránea y su almacenamiento. Existen actividades que perturban los ecosistemas acuáticos e impactan en la calidad del agua como la sobreexplotación pesquera, la poca gestión del agua de manera eficiente y la introducción de especies exóticas.

La contaminación en el agua puede considerarse como un costo social porque aplicar saneamiento para hacer el agua potable para el consumo, requiere un costo extra, evitando así el impacto de las actividades económicas y la pérdida de bienestar (Saldívar, 2007). Este costo se relaciona con un concepto de la economía ambiental, *la externalidad*, que significa la indiferencia a los intercambios de mercado porque nadie se encuentra en la disposición de asumir los costos por la contaminación, a pesar de ser un problema global que afecta a todos (Toledo, 2006).

El concepto de *lixiviación* que consiste en drenar y filtrar contaminantes a través del suelo hacia la superficie freática, por lo que la contaminación de los suelos es otro factor de riesgo en la calidad de las aguas subterráneas (Toledo, 2006).

4.1.1 Análisis de las Políticas públicas de calidad del agua

Las políticas públicas para el sector de agua potable y saneamiento son muy importantes, en particular para la División de Recursos Naturales e Infraestructura, cuyo interés se remonta en los esfuerzos de los países para alcanzar los objetivos de Decenio Internacional del Agua potable y del Saneamiento Ambiental junto con las reformas sectoriales, ambos eventos se dieron en las décadas de los 80 y 90 (Hantke-Domas & Jouravlev , 2011).

Se busca que haya una participación activa en la investigación y asistencia técnica orientada al desarrollo de políticas públicas para asegurar la provisión de servicios de agua y saneamiento de manera rentable, socialmente equitativa y ambientalmente sostenible” (Hantke-Domas & Jouravlev , 2011, p. 7).

No obstante, este proceso implica la necesidad de recursos, de lo contrario sus efectos positivos no se materializarán. Todo depende del presupuesto del Estado, de la ética de servicio público, en la conformación de entidades sólidas, en la transparencia y eficiencia y en el control de la corrupción.

Según Hantke-Domas & Jouravlev (2011) afirman que: “la atención a estos temas parte de la creencia de que la provisión de buenos servicios de agua potable y saneamiento está relacionada con la salud pública, la equidad social, el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental” (p.8).

En este sector ha coexistido siempre una preocupación de los Estados, privativamente por su acontecimiento en la salud pública. El aumento de las tasas de morbilidad en las poblaciones donde se consume agua contaminada de manera voluntaria o accidental, se

encuentra en una relación proporcional (Hantke-Domas & Jouravlev, 2011).

Se tiene conocimiento de enfermedades relacionadas con el agua. El agua contaminada afecta a los niños que no solo la consumen, sino que juegan con ella, es agravante de desnutrición, produce diarreas, intoxicaciones e infecciones. Además, los costos por problemas de salud son altos. Hantke-Domas & Jouravlev (2011) comparten:

“Si el impacto en la salud pública no es suficiente para motivar a los formuladores de políticas a priorizar efectivamente el sector, es importante recordar que existen otras razones poderosas para impulsar políticas que aborden la cobertura y la calidad de la atención. Servicios de Agua y Saneamiento: Combatir la pobreza, promover la inclusión y la paz social, promover el desarrollo económico y proteger el medio ambiente”. (p.8)

Como secuela de las dificultades preliminares, es viable advertir que la falta de buenos servicios se convierte en los subsiguientes costos para los países: en temas relacionados con la salud, la deuda pública, la provisión del agua y el aumento de la brecha de género.

Por consiguiente, una política pública orientada a mejorar la prestación de los servicios puede revertir los costos señalados previamente y transformarlos en beneficios, además de aumentar el bienestar, la eficiencia en el uso de agua y desarrollo agrícola, exportador y turístico.

4.1.2 Potabilización de agua

La potabilización del agua consiste en eliminar elementos etéreos, precipitar

impurezas con floculantes, filtrar y desinfectar el líquido con cloro. Las aguas que provienen de los ríos implementan un tratamiento costoso, debido a su complejidad para potabilizar el agua de acuerdo a la norma INEN 1108, permitiendo así el suministro de agua para el consumo humano, esto ocurre por las grandes cantidades de materia sólida que traen consigo los ríos a causa de la turbiedad, la contaminación según la época del año y el contenido mineral (Idrovo, 2010). Potabilizar entonces, es transformar el agua contaminada, en agua apta para el consumo humano, es decir, el agua que sale del grifo ya ha atravesado un proceso de potabilización para eliminar todos los agentes que resultan perjudiciales para nuestra salud (Idrovo, 2010).

El proceso más importante de potabilización es:

Captación: recoge el agua que va a ser tratada.

Pre cloración: desinfecta el agua, generalmente agregando cloro para destruir la materia orgánica que contenga el agua.

Des arenación: se hace circular al agua lentamente para que sedimente la arena.

Adición de Reactivos Químicos y formación de flóculos: elimina las partículas insolubles que lleve en suspensión el agua.

Filtración: si se ha utilizado carbón activo en el filtro, el agua queda limpia de partículas; además, elimina malos olores y sabores.

Post cloración: se desinfecta de nuevo el agua añadiendo cloro, se puede realizar la desinfección utilizando otros desinfectantes como el ozono.

Tras el tratamiento de agua en la potabilizadora se logra obtener agua potable. (López, et al., 2006).

Es importante resaltar los posibles tratamientos para mejorar la calidad de las aguas depuradas para que se puedan reutilizar, se pueden aplicar distintos tratamientos complementarios, por ejemplo:

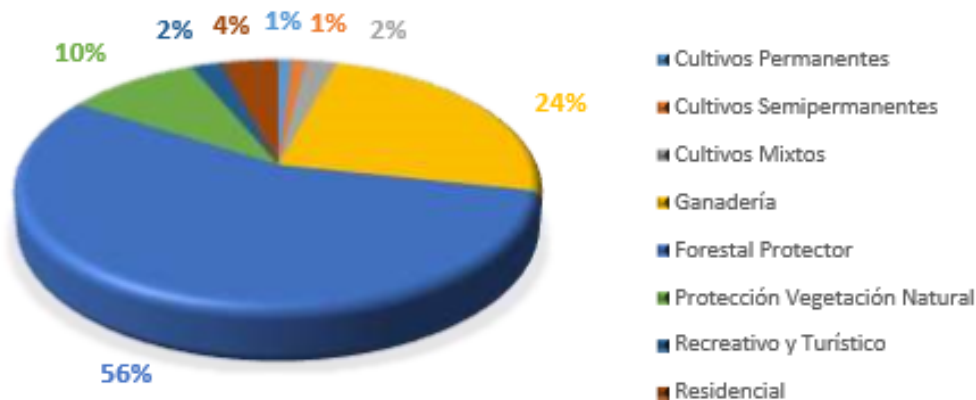
Para López, et al (2006):

Para evitar los microorganismos patógenos se realiza una desinfección por medios físicos o por oxidantes químicos; la primer incluye radiación ultravioleta, micro filtración, ultrafiltración y la segunda utiliza cloro y derivados, y Ozono.

4.1.3 Uso de suelo

Según los Sistemas de Información Ambiental de la Corporación en su informe de uso del suelo para el año 2010, se puede observar que este mismo en la zona productora representa en un 66% del área total una vegetación boscosa y de protección natural, con un 24% se encuentran los pastos para ganadería, infraestructura residencial y recreativa con 6%, cultivos mixtos con 2% y cultivos permanentes y semipermanentes con 2%.

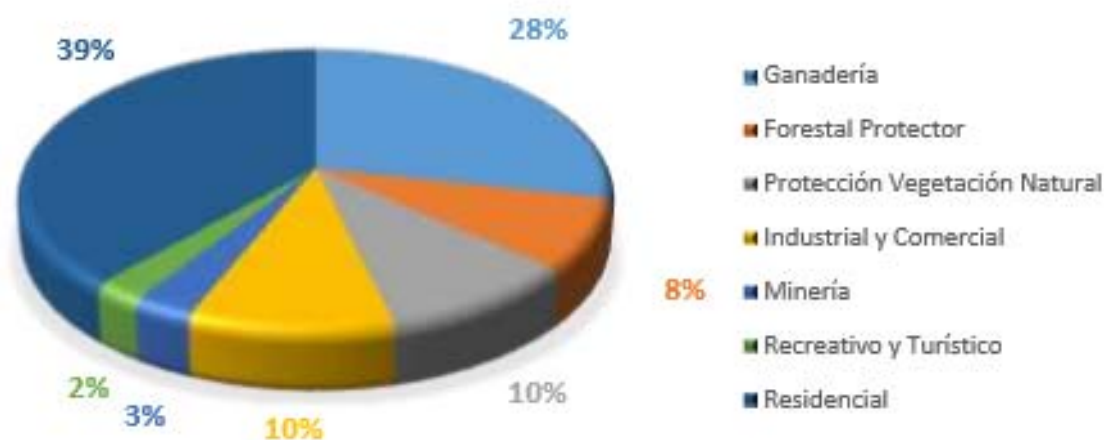
Ilustración 1. Uso de suelo correspondiente a la zona productora del río Cali.



Fuente. Balance Oferta – Demanda de agua cuenca del río Cali, 2017.

La zona consumidora se encuentra de la siguiente manera: con un 39% del área total para la infraestructura residencial, un 28% de pastos para ganadería, vegetación boscosa y de protección natural con 18%, infraestructura industrial y comercial con 10% e infraestructura para minería y recreación con 5%.

Ilustración 2. Uso de suelo correspondiente a la zona consumidora del río Cali.



Fuente. Balance Oferta – Demanda de agua cuenca del río Cali, 2017.

4.2 Marco legal

La Constitución Política de Colombia consagra en los artículos: 49, 311, 366 mandatos específicos relacionados con la salud como resultado del cumplimiento en los cuidados del medio ambiente y el agua.

Artículo 49. La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado.

En la salud y el saneamiento ambiental el Estado juega el papel de organizador, director y regulador de la prestación de estos servicios básicos para la población, de manera que la incorporación de políticas públicas relacionadas con estos temas es una alternativa

para mejorar estas condiciones.

Artículo 311. Al municipio como entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley.

Entendiendo que el gobierno nacional es el mayor garante de los derechos de los habitantes, no puede abarcar todas las problemáticas oportunamente en todos los municipios del país, por lo que es necesario que actúen los gobiernos locales creando soluciones de acuerdo a las necesidades de la región.

Artículo 366. El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado.

Problemas como la falta de saneamiento que desencadenan enfermedades y el deterioro del medio ambiente, el Estado debe garantizar a través del saneamiento y la potabilización del agua, tomando las medidas correctivas y preventivas pertinentes, debe garantizar las condiciones mínimas de calidad de vida.

Ley 142 de 1994 establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios. Esta menciona que se deben asegurar la prestación de los servicios públicos, complementarios y especiales a las zonas rurales, de acuerdo a sus características propias, propiciando por ende la calidad de vida de las personas que se ubican en estas zonas.

CONPES 3750 de 2013. Este documento somete la declaración de importancia estratégica del Proyecto “Apoyo Financiero al Plan de inversiones en Infraestructura para fortalecer la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado en el municipio de Santiago de Cali”, con el propósito de contar en el largo plazo con presupuesto para realizar

las inversiones necesarias para la gestión de los servicios públicos, afianzando estos a toda la población de la región.

Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el sistema para la protección y control para la calidad del agua para consumo humano y se fijan instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano.

Específicamente en los artículos 12 y 13 señala los indicadores de riesgos en la calidad del agua para el consumo humano, relacionados con el incumplimiento de las condiciones básicas en las que se trata el agua para potabilizarla y para ser distribuida en el municipio. Además, indican como estos riesgos afectan directamente la calidad de vida e incluso la vida en sí, de los habitantes.

Resolución 2115 de 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. Esta resolución expresa:

Las características físicas y químicas que debe tener el agua, de acuerdo con unos límites establecidos que permiten que esta sea apta para el consumo humano, protegiendo la salud y la calidad de vida de las personas. El cálculo de estos índices asigna un puntaje de riesgo que ya se encuentra estructurado, para identificar el cumplimiento de los valores que son aceptados para las condiciones, frecuencias y número de muestras de control de la calidad del agua que debe respetar las prestadoras de este servicio público.

La Sentencia T – 381 de 2009, resume el derecho de agua potable como un derecho elemental para todos los ciudadanos del país porque se encuentra estrechamente vinculado

con los derechos de la salud y la vida digna, puesto que las condiciones óptimas del agua impactan de manera directa a los habitantes y al sano desarrollo de sus actividades diarias.

4.3 Marco conceptual

Calidad del agua. Es un término que se utiliza para hacer referencias de las características del agua, tanto químicas como físicas y biológicas, la calidad depende en gran medida al uso que se le destina.

Las actividades humanas que generan contaminación en las aguas subterráneas han causado graves problemas en la calidad del agua, por la presencia de bacterias y microorganismos en el agua que desencadenan enfermedades serias en las comunidades, incluso existen situaciones de derramamiento en el drenaje, obligando a las personas a hervir agua para poder consumirla. Se ha descubierto contaminantes en arroyos que deterioran la vida vegetal y animal, químicos que se infiltran en la tierra y contaminan los acuíferos, afectando en todos los casos la calidad del agua.

En la actualidad, el acceso al agua como su calidad son temas de interés prioritario, por el acelerado crecimiento, desarrollo y expansión de la población mundial. Además, actividades como la agricultura impactan en gran proporción las aguas subterráneas y superficiales causando una excesiva presencia de nitrógeno y fosforo, debido a la aplicación de nutrientes para el alimento de las plantas que repercute en la baja calidad del agua (Perlman, 2016).

Carga de sólidos. La suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua es definida como los TDS (Total dissolved solids) e incluye cualquier

elemento presente en el agua que no sea (H₂O) molécula de agua pura y sólidos en suspensión” (Bebe Agua SpA, 17 de marzo del 2019).

Materiales pesados. Son aquellos cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua. Tienen aplicación directa en numerosos procesos de producción de bienes y servicios. Los más importantes contenidos en las aguas contaminadas son:

Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Estaño (Sn) y Zinc (Zn).

Los Metales tóxicos por su parte pueden ocasionar daños en la salud cuando se concentran en el ambiente. Los metales tóxicos y pesados son frecuentemente usados como sinónimos por su similitud, pero son pocos los casos donde los metales pertenecen a ambos grupos.

Metales como el cobalto, zinc, molibdeno o el hierro son indispensables, pero en bajas concentraciones pues su ausencia puede provocar enfermedades y su exceso intoxicaciones.

La presencia de muchos metales en cantidades considerables en el ambiente han generado el desarrollo de efectos no deseados en la salud y en el equilibrio de los ecosistemas, esto como consecuencia del desarrollo de la tecnología y el consumo masivo y desmedido de productos que resultan en desechos urbanos (Harte, Holden, Scheneider, & Shirey, 1991)

Paradas de las plantas. Se entiende por parada la suspensión del servicio durante un tiempo determinado y por diferentes causas, como incremento exagerado en los niveles de turbiedad y disminución de los niveles de oxígeno disuelto, sedimentos de basura,

especialmente cuando llueve, presencia de materiales pesados minería y por reparación de válvulas y tuberías, entre otros.

Sedimentos. El transporte de materiales sólidos que terminan posados en el fondo de los ríos, embalse, etc., se define como la sedimentación. Esto ocurre por la capacidad de las corrientes de agua de transportar materia sólida y crear sedimentos por características propias o por la erosión de los cauces. En otras palabras, los sedimentos son los materiales sólidos acumulados en la superficie terrestre luego de ser transportados por las corrientes de agua gracias a diferentes condiciones como las precipitaciones, los vientos y los cambios de clima (Definicion.de, 2017).

Indicadores de calidad de agua. Los indicadores que miden la calidad del agua son: el de calidad y el del riesgo.

Calidad del agua – IRCA. Con el cumplimiento de este indicador, se garantiza que no hay riesgo para el consumo humano. A pesar del número de daños y problemas de contaminación de las fuentes, el agua potable se entrega a los caleños con excelente calidad

IRABAM. Para consumo humano - IRABAM. Es la ponderación de los factores de:

1. Tratamiento y continuidad del servicio de los sistemas de acueducto, y
2. Distribución del agua en el área de jurisdicción del municipio correspondiente, que pueden afectar indirectamente la calidad del agua para consumo humano y por ende la salud humana.

Este índice tiene el objetivo de relacionar los riesgos de la salud humana a causa de los sistemas de abastecimiento, determinando los niveles de riesgo que se pueden producir

(Ministerio de la Protección Social , 2007)

Actas de parada. Corresponde a los documentos de los registros de control elaborados en las plantas de tratamiento de agua para el consumo humano en el Municipio de Santiago de Cali, en los cuales quedan los datos del día, hora de inicio y terminación de la parada, tiempo de duración y la causa de motivación por los diversos factores que originan la parada.

Vertimientos y contaminación. Son los materiales o energía calorífica arrojados por el ser humano en las fuentes hídricas, los suelos y el aire provocando alteraciones indeseables en estos.

Téllez (2016) defiende la contaminación como resultado de diferentes actividades económicas y sociales del ser humano como el transporte, la agricultura, la industria junto con el aprovechamiento de los recursos naturales, estas actividades no controlan su efecto en el medio ambiente, por lo que producen graves problemas de contaminación. a lo largo de los años estos problemas han ido aumentando por el crecimiento desmedido de la población y del consumo humano lo que en consecuencia termina en desechos arrojados en el medio ambiente, resultando en problemas de contaminación a largo plazo por los materiales no biodegradables que se vierten y que se acumulan con el paso del tiempo.

Agua potable: el agua potable no ocasiona ningún daño en la salud de las personas indistinto de las etapas de la vida donde se ubica, aun cuando es consumida durante toda la vida, a excepción de las personas con inmunodeficiencia grave que deben tomar medidas adicionales como hervir el agua, por su condición de salud (OMS, 2006)

Sistema de abastecimiento: Es el conjunto de instalaciones y equipos interrelacionados* entre sí para proveer de un servicio de agua potable, en cantidad, calidad y en tiempo (Este informe es publicado por la UNESCO en nombre de ONU-Agua 2016, pág. Este informe es publicado por la UNESCO en nombr)

Impurezas del agua. En la naturaleza no existe el agua completamente pura puesto que siempre incluye impurezas en solución y/o suspensión. De acuerdo al tipo de impureza que se encuentre en el agua puede parecer coloreada, turbia o ambas (Arboleda Valencia, 1992).

Turbiedad. Las arcillas en suspensión, que son partículas de diámetro $<0,002\text{mm}$, conforman la turbiedad. Estas arcillas, de acuerdo a su composición química son silicatos de aluminio y se pueden agrupar en caolinita, montmorillonita (bentonita), illita y muscovita (Arboleda Valencia, 1992).

Identificar cifras en las categorías para definir la metodología. Asociado al caudal

5 Metodología

La metodología que oriento el presente proyecto de investigación ha sido de tipo de estudio experimental y descriptivo, en donde generalmente se utilizó como fuentes principales para recolección de información la revisión bibliográfica a través bases de datos y motores de búsqueda que han permitido recolectar información de tipo secundaria encontrada en bases de datos como SCOPUS, SCINCE DIRECT, EBSCO, y además motores de búsqueda como Google académico. También se ha tomado apoyo por parte de la empresa

Emcali, la cual ha brindado información fundamental para esta investigación desde los datos anuales de contaminación en los caudales de la ciudad de Santiago de Cali.

Para este caso se describen las condiciones de calidad del agua del río Cali que llega a las plantas de tratamiento para develar la presencia de materiales pesados que ocasionan retrasos en dichas plantas para que el agua sea de consumo potable para la comunidad a la cual atiende esta hidrocuena en el Municipio de Santiago de Cali.

5.1 Enfoque

La metodología por desarrollar durante la investigación se fundamenta en establecer las características anteriores y actuales del Río Cali, con la ayuda de información otorgada por la empresa pública Emcali, para analizar mediante herramientas de observación (cuantitativa y cualitativa) como ha ido cambiando el estado de la hidrocuena en los últimos años y porque se ha deteriorado en ese periodo.

5.2 Método

El método es la acción participativa. Esta es la forma colectiva en la que se genera conocimiento y se colectiviza, esta es una de las reconocidas características del método que lo diferencian de otros.

5.3 Actividades de la Investigación

A continuación, se definen las actividades realizadas para la continuidad de la investigación, cada una con su objetivo y herramientas especificadas para su desarrollo:

Objetivo específico	Actividades	Herramientas/Información/fuente
<ul style="list-style-type: none">• Analizar los niveles de	Realización de visitas a las plantas de potabilización	Empresas Municipales de Cali – EMCALI EICE ESP

Objetivo específico	Actividades	Herramientas/Información/fuente
contaminación que motivan las paradas de suministro de agua para consumo humano en el Municipio de Santiago de Cali con base en la Resolución 2115 de junio 22 de 2007.	Entrevista con los ingenieros encargados de efectuar los monitoreos y muestras de agua para obtener información sobre los niveles de contaminación	(DAGMA)- Informe de los resultados de laboratorio del análisis de las muestras de agua antes del proceso de potabilización.
	Comparación de los resultados con los parámetros establecidos en la Resolución 2115 de junio 22 de 2007.	Datos de niveles de contaminación. Resolución 2115 de junio 22 de 2007.
• Examinar los momentos de corte para demostrar que el problema no es solamente por sedimentos y	Recolección de la información o reportes de corte	Empresas Municipales de Cali – EMCALI EICE ESP
si las condiciones del agua que llega a las plantas que hacen que se paren, están desfasadas de los indicadores que permiten tratar el agua.	Entrevista con los ingenieros encargados de efectuar los monitoreos y muestras de agua para el análisis de las causas de parada frente a los indicadores	(DAGMA)- Informe de los resultados de laboratorio del análisis de las muestras de agua antes del proceso de potabilización.

Objetivo específico	Actividades	Herramientas/Información/fuente
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar en las actas de parada la demanda biológica de oxígeno del arrastre de vertimientos del canal sur, los contaminantes del río Palo y el Desbaratado, los vertimientos de la zona industrial del norte del Cauca. 	Vsitas a las plantas de potabilizacion para ...	Empresas Municipales de Cali – EMCALI EICE ESP
	Entrevista con los ingenieros encargados de efectuar los monitoreos y muestras de agua	(DAGMA)- Informe de los resultados de laboratorio del analisis de las muestras de agua antes del proceso de potabilizacion.
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el impacto en la población con respecto a la salud y condiciones de vida generando por los cortes en el suministro de agua potable para consumo humano. 	Realizar visitas a la Secretaria de Salud Pública Municipal.	Ingeniero Sanitario Director del laboratorio de análisis de pruebas de agua tratada.
<ul style="list-style-type: none"> • Indagar sobre alternativas de potabilización de agua con cargas contaminantes con metales pesados. 	Realizar visitas a las plantas de potabilización.	Empresas Municipales de Cali – EMCALI EICE ESP.
	Entrevista con los ingenieros encargados de efectuar los monitoreos y muestras de agua	Ingenieros Sanitarios y Jefe de Departamento de producción de agua potable. Informe de monitoreos - Informe de Gestión Emcali 2016

Objetivo específico	Actividades	Herramientas/Información/fuente
	Entrevistas con los funcionarios encargados de las autoridades ambientales y operador del	(CVC- UES- DAGMA)- Informe de Gestión Dagma 2016- Informe de Gestión Personería 2016

Fuente: elaboración propia.

6 Resultados

6.1 Caracterización del consumo de agua potable en el Municipio de Santiago de Cali.

Según la página “Rios del Planeta” dedicada a la información del estado de los diferentes ríos a nivel nacional afirma que la cuenca hidrográfica (río Cali) cuenta con 21.526 hectáreas y 50 kilómetros, abarcando toda la ciudad de Cali, su dirección va desde el oeste de la ciudad hasta el noroeste desembocando en el río Cauca a 1.018 metros sobre el nivel del mar. El 50% del río Cali hace parte del Parque Nacional Natural de los Farallones con una extensa área de bosque que protege un gran número de especies de la fauna y flora de esta región de Colombia. Además, el río Cali abastece el servicio de agua y alcantarillado de aproximadamente 7.500 personas (Anónimo, 2019)

Las personas se preocupan más por saber cuántos carbohidratos consumen en sus alimentos, si tienen la suficiente proteína, si son productos orgánicos o transgénicos. Pero en realidad no se preguntan si el agua que consumen es potable y apta para el consumo humano.

Partiendo de esta pregunta, el contralor de Cali, Ricardo Rivera, plantea que si el río Cauca, presenta grandes niveles de contaminación, así mismo será la cantidad de agentes químicos que se introducen en el agua para tratarla y convertirla en apta para el consumo humano, comprendiendo que la planta de abastecimiento Puerto Mallarino suministra agua a las zonas del centro, sur y oriente de la ciudad, atendiendo a más de dos millones de personas (Guzmán, 26 de febrero de 2017)

De acuerdo con el presidente de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (ACODAL), afirma que el costo en el río Cauca y Puerto Mallarino es de \$72 y \$87; en comparación con el río Cali (\$34), río Meléndez (\$30) y Pance (\$22), su costo es 3

veces más, debido a la carga que poseen por la pendiente muy inclinada en sus 22 o 24 km de recorrido hasta la planicie, donde arrasan con todo lo que hallan a su paso

Como se mencionó previamente, de acuerdo con el nivel de turbiedad con la que llegue el agua a la bocatoma, así serán los niveles de cloro y carbón activado que se utilicen para potabilizar el agua. Sin embargo, esto no significa que el agua llegue a los hogares con mayor cantidad de cloro o carbón activado puesto que los niveles de estos agentes son controlados en la planta con herramientas tecnológicas y con el cumplimiento de parámetros establecidos en el decreto 1575 de 2007 del Ministerio de Salud.

Este decreto hace referencia al Índice de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA), que incluye 22 parámetros con los niveles permitidos y su respectiva calificación de índice de riesgo, siendo 0 la calificación de cumplimiento y 1, 15 o 25 como una calificación de no cumplimiento, según el tipo de indicador que se evalué (si es esencial).

Ilustración 3. Parámetros del Índice de Riesgo de Calidad del Agua.



Fuente. Periódico el País, 2017.

Baste como muestra, la turbiedad o el cloro residual que se califica con 15 puntos cuando no se cumple la medida determinada. Se puede dar una calificación de 25 (máxima sanción) cuando aparece la bacteria ‘Escherichia Coli’, lo cual significa la contaminación del agua con heces fecales.

6.1.1 Causales relacionadas con la calidad del agua.

Actualmente, el límite permitido para la presencia de cloro oscila entre 0,2 y 2.0 mg/litro, índice que garantiza la completa desinfección del agua, liberándose de microorganismos como “Coliformes” y “Escherichia Coli”, los cuales representan un peligro

para la salud del ser humano, y puede ser digerida si no se tienen en cuenta las medidas necesarias en el tratamiento de aguas locales.

El director de una de las plantas de tratamiento de Emcali, Héctor Fabio Bonilla asegura que: la organización cuenta con toda la maquinaria necesaria para la dosificación exacta de los químicos en concordancia con las condiciones específicas del agua, también cuenta con alarmas y sensores para detectar metales u otras sustancias, que son medidas en laboratorio (Guzmán, 2017).

6.1.2 Sistema de captación del Rio Cali

EMCALI recoge el agua del río Cali para realizar su tratamiento en la PTAP Río Cali a través de tres recogidas. La primera, proviene de la hidroeléctrica Chidral, utilizando dos tuberías por las cuales llega el agua desarenada y es transportada al sistema de desarenación. Por otra parte, posee una bocatoma de fondo y una bocatoma lateral que se mantiene cerrada, y solo son utilizadas en caso de que la demanda exceda la capacidad de Chidral, es decir, es una bocatoma de contingencia.

En la actualidad, el sistema de captación se realiza en tres turnos durante el día, cada uno de 8 horas, en ellos los operarios verifican las condiciones del río y los parámetros.

- **Pretratamiento:** una vez realizada la Captación, se utilizan los dos módulos de desarenadores convencionales donde se retiran las arenas que trae consigo el río. Para las temporadas de invierno, la limpieza se realiza diariamente, a diferencia en verano que es acorde a la necesidad observada.

Ilustración 5. Sistema de Desarenación.



Sistema de desarenación Sistema Río Cali

Fuente. Informe SUI, 2018

- **Aducción:** el prestador opera en una línea de aducción que se encuentra enterrada y transporta el agua desde el sistema de desarenación hasta la Planta de Tratamiento Río Cali. El último reporte que realizó el prestador, después de ser verificada la información en SIU, fue en el año 2008

Ilustración 6. Aducción Sistema Río Cali – Reporte SUI

Empresa	Nombre de la Aducción	Tipo de la Aducción	Longitud de la Aducción(Km)	Caudal de Diseño(L/S)	Tipo de Diámetro	Tipo de Material
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI E.I.C.E E.S.P.	Río Cali	Gravedad Canal Cerrado	2.500	2000	Mayor 24 pulg	Concreto Reforzado

Una vez verificada la información que se reporta en el SIU, se logra identificar que esta información no coincide con la información entregada en visita.

- **Planta de Tratamiento de Agua Potable**

La PTAP Río Cali tiene una capacidad de 1.800 L/s. En su entrada se ubica el vertedero donde se efectúa la coagulación del hidrócloruro de aluminio. También cuenta con un sistema automatizado para adicionar un coagulante llamado Streaming Current, que permite cuantificar la cantidad de coagulante de acuerdo a las condiciones del río.

Posterior a esto, el agua es destinada a un canal para ser dispensar a las tres líneas de floculación, estas líneas están conformadas por 12 floculadores mecánicos con gradientes, cada una, disminuyendo la velocidad para que el floc sea más grande paulatinamente.

Luego, el agua es transportada hasta el sistema de sedimentación y es, valga la redundancia, sedimentada pasa a 20 filtros, que cuentan con tecnología francesa (12 filtros) y tecnología americana (8 filtros). Cabe mencionar que, el sistema de sedimentación cuenta con sedimentadores de alta tasa y convencionales.

Finalmente, se realiza la desinfección del agua con cloro líquido mediante dos líneas de cloración, utilizando el método de arrastre para realizar el contacto.

Esta PTAP cuenta con 7 líneas de conducción para suministrar agua al sector centro, sur y oeste de la ciudad de Cali a través de sus cinco salidas denominadas: Refuerzo Norte, Refuerzo Centro, Refuerzo Sur, pase la Normal y Refuerzo Nacional. Adicionalmente, la

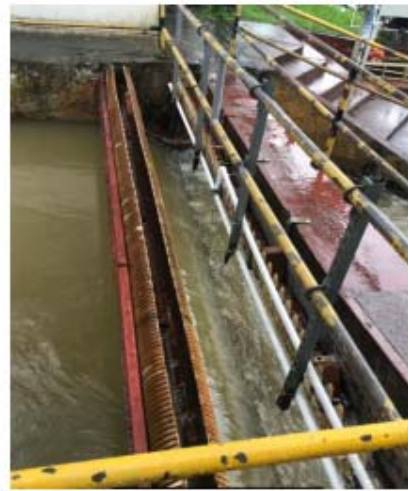
planta Rio Cali alimenta el sistema de Bombeo Bellavista y la Cadena de Bombeo de Terrón Colorado.

En lo que respecta a la macro medición, la PTAP tiene macro medidores instalados y funcionando tanto dentro como fuera de ella, de modo que se controlen los volúmenes de agua.

Ilustración 7. Estructuras PTAP Rio Cali



Vertedero PTAP Río Cali



Adición de Coagulante



Floculadores Mecánicos



Sedimentadores de alta tasa



Sedimentores Convencionales



Sistema de Filtración



Cloro Gaseoso



Automatización de la PTAP Río Cali

Fuente. Informe SUI, 2018

Una vez realizada la verificación del Sistema Único de Información-SUI, se procede a expresar la información reportada por el prestador en la vigencia del año 2008.

Ilustración 8. PTAP Río Cali – Reporte SUI

Nombre de la empresa	Nombre de la planta	Caudal medio de entrada (lts/seg)	Caudal medio de salida (lts/seg)	Operación promedio (Horas/día)	Capacidad utilizada (lts/seg)	Caudal de diseño (lts/seg)	Tipo de proceso
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI E.I.C.E E.S.P.	RIO CALI	1103	1067	24	1103	1800	Aplicación de Químicos
	RIO CALI	1103	1067	24	1103	1800	Mezcla Rápida
	RIO CALI	1103	1067	24	1103	1800	Desinfección
	RIO CALI	1103	1067	24	1103	2000	Desarenación
	RIO CALI	1103	1067	24	1103	1800	pH (Estabilización del pH)
	RIO CALI	1103	1067	24	1103	1800	Floculación
	RIO CALI	1103	1067	24	1103	2000	Cribado
	RIO CALI	1103	1067	24	1103	1800	Sedimentación
	RIO CALI	1103	1067	24	1103	1800	Filtración

Fuente. Informe SUI, 2018

La PTAP Río Cali se encuentra constituida por cinco tanques de almacenamiento, que cuentan con capacidad de 40.000 m³ para almacenar el agua tratada.

Ilustración 9. Almacenamiento PTAP Río Cali



Fuente. Informe SUI, 2018

- **Limpieza y mantenimiento**

Según la información otorgada por el prestador, actualmente se cuenta con un cronograma de limpieza para todas las estructuras que configuran el tren de tratamiento, el cual se encuentra expresado en formatos y bitácoras de la planta. Cada semana se asignan órdenes de trabajo a los operarios de planta para realizar el proceso de limpieza de las unidades de tratamiento. También cuentan con un cronograma de mantenimiento preventivo y correctivo tanto del sistema mecánico como del sistema eléctrico de la planta.

6.2 Análisis de los niveles de contaminación que proporcionan la suspensión de actividades en la planta de tratamiento del Río Cali.

Cali es una ciudad privilegiada por su oferta hídrica, cuenta con siete ríos que recorren su territorio desde la zona montañosa hasta las tierras bajas, más de 1.500 quebradas y nacimientos, y la zona de influencia del Río Cauca que define uno de sus límites perimetrales;

la oferta ambiental de este componente es un elemento estructurante del territorio. Esta situación representa una ventaja para la sostenibilidad y la competitividad, ya que el agua es un eje articulador entre lo urbano-rural y lo regional.

La mayoría de las situaciones identificadas para la temática de agua en el Municipio de Santiago de Cali, están colocando en riesgo la estabilidad de los socio-ecosistemas del municipio, dichas situaciones se relacionan directamente con cuatro factores: la contaminación, el desabastecimiento de agua en épocas de sequía y/o lluvias, las pérdidas técnicas por deficiente infraestructura en tema de prestación del servicio y la fragmentación ecosistémica.

Existen valores máximos aceptables permitidos por la ley para las características físicas, expuestos en los **Parámetros de la Resolución 2115 de junio 22 de 2007**, en el artículo 2º, el cuál expone que el agua para consumo humano no podrá sobrepasar los valores máximos aceptables para cada una de las características físicas que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Características físicas.

Características físicas	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

Fuente. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007

Tabla 2. Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias ecosistémicas frecuentes.

[OD] mg/L	Condición	Consecuencias
0	Anoxia	Muerte masiva de organismos aerobios
0 - 5	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles
5 - 8	Aceptable	[OD] adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
8 - 12	Buena	
>12	Sobresaturada	Sistemas en plena producción fotosintética.

Fuente. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007

Las situaciones priorizadas tienen una gran incidencia, intensidad y generación de riesgo en el municipio, ya que afectan a un gran porcentaje de la población, debido a la disminución de la calidad del recurso, la prestación de su servicio, al igual que la afectación directa que tiene sobre los ecosistemas; sin embargo, aunque se ha invertido muchos recursos económicos para tratar de subsanar estas situaciones, los resultados no han sido positivos y en cambio se evidencia el agravamiento de estas situaciones. Dichas situaciones requieren acciones de control, de resolución de conflictos y otras de gestión con un gran componente de planificación. Ríos del Planeta afirman que el gran potencial que ofrece el río Cali ha ido mermando en cantidad debido al grado de contaminación que ha presentado, estando expuesto a residuos químicos que provienen de la minería ilegal; esto sin contar los desechos de aguas residuales obtenidos de las casa circunvecinas, la deforestación que se vive en la región, la proliferación de áreas de tugurización, las construcciones no permitidas, conocidas también como invasiones, y la explotación poco controlada de las piedras, rocas calizas y otros minerales (Anónimo, 2019)

6.2.1 Papel del Parque Nacional Natural de Farallones

La contaminación del Río Cali está enmarcada por situaciones de uso inadecuado de los recursos naturales y que inciden directamente al recurso agua, como lo son la minería legal e ilegal, procesos productivos no regulados o con aplicación de malas técnicas, la sedimentación y los vertimientos inadecuados. Algunas de estas problemáticas están asociadas a los comportamientos que los ciudadanos tienen con respecto a la valoración del recurso agua, como son el manejo y disposición de los residuos sólidos en el sistema hídrico de la ciudad.

El Parque Nacional Natural de Farallones alberga alrededor de 500 especies, entre ellos aves, mamíferos, anfibios, peces y reptiles. Entre estas se pueden encontrar mono colorado, chongo, osos hormigueros, perezosos, entre otros. Al igual se protege la biodiversidad como lo son el roble negro y común, el comino crespo y otros en peligro de extinción. (Anónimo, 2019)

Este parque se encarga de preservar las condiciones de la cuenca hidrográfica desde su nacimiento, además de proteger otros grupos ecosistémicos, fauna y flora. Una de las funciones de esta reserva es educar a la comunidad ambientalmente, mostrando la importancia de preservar el medio ambiente y en especial nuestros principales recursos, que nos permiten llevar a cabo nuestro día a día como lo es el agua. Entre varios objetivos del Parque Nacional Natural de Farallones, se encuentra conservar el estado del agua en su máximo origen, sin que sea tocado por contaminantes externos y en algunos casos artificiales o tóxicos que afectan la cuenca hidrográfica, dando más labor a las empresas municipales del Valle del Cauca en el tratamiento de las aguas mediante sus plantas.

6.3 Comparación entre las condiciones de agua y los indicadores de calidad.

Para cuantificar este índice se deben considerar las características químicas, físicas y microbiológicas del agua, partiendo de los cinco niveles de riesgo establecidos: sin riesgo, riesgo bajo, riesgo medio, riesgo alto e inviable sanitariamente. Estos niveles se encuentran en el Artículo 15 de la Resolución 2115 de 2007, esta resolución también incluye la clasificación de acuerdo a los puntajes de riesgo obtenido del cálculo del – IRCA, en el artículo 13.

Comparación entre el índice de riesgo de la calidad del agua - IRCA e índice de calidad del agua potable – IAP.

Después de realizar el análisis comparativo entre la metodología IRCA e IAP, se refleja que solo una de las caracterizaciones hechas por el IRCA comunica agua “sin riesgo” para consumo humano, mientras que la metodología IAP informa agua de “excelente” calidad. De manera que, en la primera metodología se da un incumplimiento a la norma por ubicar valores inferiores a los permitidos por la norma. Adicionalmente, al reporte de la caracterización se le aplica la metodología IAP, obteniendo como resultado un nivel de “riesgo bajo” lo que permite el consumo del agua bajo determinada restricción.

Se debe establecer una lista que agrupe los distintos parámetros químicos y físicos que se deben controlar, que definen la potabilidad del agua y los valores límite permitido. En coherencia con esto, la OMS ha creado normas específicas para manejar situaciones de emergencia y crisis fisicoquímicas y de bacteriología, independiente de la región o de las problemáticas que se presenten.

6.3.1 Alternativas de potabilización de agua con cargas contaminantes con metales pesados

La nanofiltración y ósmosis inversa son ambas técnicas que utilizan iones univalentes y bivalentes.

- **Nanofiltración.**

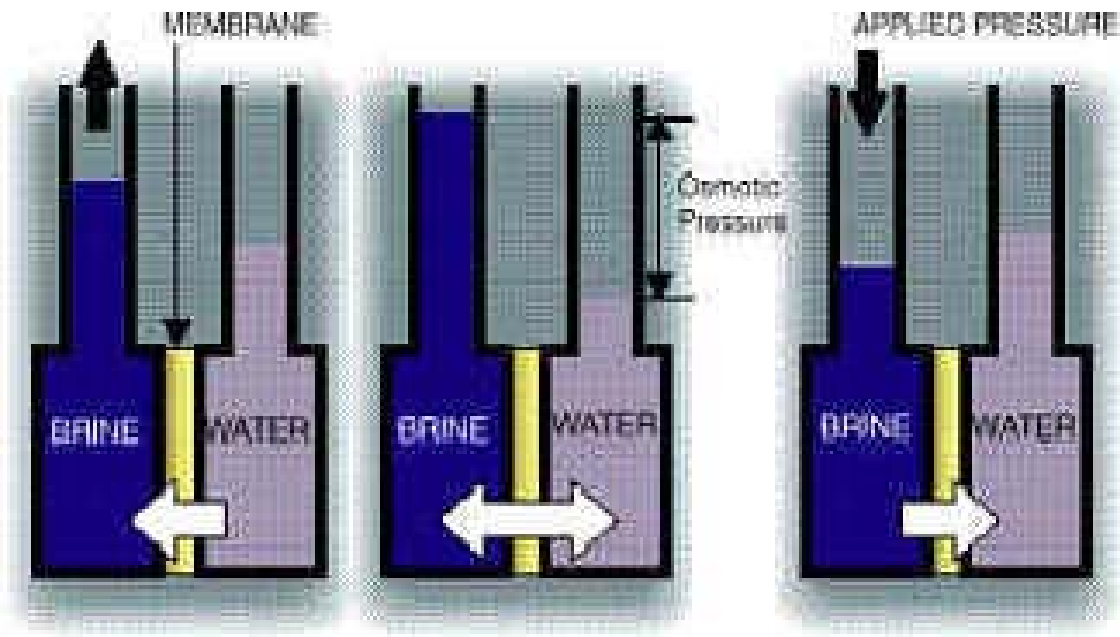
La nanofiltración es utilizada en fases de purificación de agua potable como lo son el ablandamiento, decoloración y eliminación de micro contaminantes del agua. En los procesos industriales es implementada para eliminar sustancias orgánicas como agentes colorantes. Existen otras aplicaciones de la nanofiltración como:

- **Ósmosis inversa (RO).**

La ósmosis inversa se basa en la búsqueda del equilibrio, es decir, si dos fluidos con concentraciones de sólidos disueltos diferentes se ponen en contacto, se mezclan hasta llegar a la uniformidad. Cuando ocurre lo contrario, el fluido que cuente con menos concentración será transferido mediante la membrana hacia el otro fluido (Binnie et al., 2002).

Pasado un lapso de tiempo, el nivel de agua será mayor en uno de los dos lados de la membrana. La diferencia de estos fluidos en altura se conoce como presión osmótica, si se aplica una presión superior a esta, resultara un efecto inverso. Los fluidos son presionados de regreso y los sólidos disueltos se mantienen en la columna. Con esta técnica se elimina en gran parte las sales del agua.

Ilustración 10. Membrana



1. El agua fluye desde una columna con bajo contenido en sólidos disueltos a una columna con alto contenido en sólidos disueltos.
2. La presión osmótica es la presión necesaria para impedir que el agua fluya a través de la membrana, con el objeto de obtener un equilibrio.
3. Aplicando una presión superior a la presión osmótica, el agua fluirá en sentido inverso; el agua fluye desde la columna con elevado contenido en sólidos disueltos hacia la columna con bajo contenido en sólidos disueltos.

La ósmosis inversa es una de las técnicas utilizadas en la preparación de agua potable obtenida de agua de mar. Esta técnica también se aplica para producir agua ultra pura para el suministro de calderas, es usada en la industria de la alimentación como en la concentración de zumos de frutas, azúcar y café, y en la concentración de leche para la producción de queso.

El objetivo del pretratamiento es disminuir el contenido de materia orgánica, cantidad de bacterias y el MFI, por lo que las técnicas de nanofiltración y de ósmosis inversa funcionan adecuadamente de acuerdo a la eficacia de la instalación.

Las cantidades de bacteria y materia orgánica deben ser lo más bajas posible para impedir la obstrucción de las membranas. La aplicación de un pretratamiento tiene varios beneficios:

- Las membranas tienen mayor ciclo de vida cuando se realizan pretratamientos.
- El tiempo de producción de la instalación es mayor.
- Se simplifican las tareas de mantenimiento.
- Los costos son menores.

Cabe señalar que, se puede añadir una dosis química (ácido, anti-escamante), para evitar la descamación y precipitación de sólidos insolubles en la superficie de la membrana. Los ácidos aplicados son ácido clorhídrico (HCl) y ácido sulfúrico (H₂SO₄), este último es utilizado con más frecuencia para este propósito. No obstante, este ácido puede afectar de forma negativa la velocidad de obstrucción de la membrana, por lo que es reemplazado por el ácido hidrocórico, especialmente en los casos donde el agua contiene grandes cantidades de iones de sulfato, evitando la formación de costras en las membranas (Baker, 2000).

6.4 Impacto en la comunidad sobre sus condiciones de vida ocasionados por los cortes del suministro de agua potable para el consumo humano.

La falta de agua y de acceso al agua potable genera problemáticas que van más allá de temas de salud, impacta otras variables como los socios culturales, económicos y ambientales. A modo de ejemplo, se refleja el alto porcentaje, con un 80%, de las aguas residuales que terminan depositadas en los ríos y mares, generando altos niveles de contaminación al medio ambiente.

Ante la crisis que se viene presentando frente al agua como recurso único, se reconoce la necesidad de implementar políticas sólidas a través de una gestión transparente e ideas innovadoras que permitan proteger dicho recurso.

Dentro de los escenarios de cambio climático para Colombia elaborados por el IDEAM, se prevé que es una situación que será progresiva. La educación ambiental tiene por tanto un rol importante en los procesos de adaptación del cambio climático. En época de lluvias intensas la oferta hídrica es alta, pero debido a la alta sedimentación que llega a la plana de potabilización de Puerto Mallarino debe hacer paradas técnicas que afectan la disponibilidad del recurso. El desabastecimiento de agua genera un conflicto en las comunidades directamente afectadas debido a las implicaciones sobre la calidad de vida. Otro de los factores que inciden en esta situación son las formas de consumo, lo cual está asociado a una percepción de las comunidades sobre el agua, el consumo sin medida, las pérdidas en actividades domésticas, agrícolas e industriales afectan directamente este recurso.

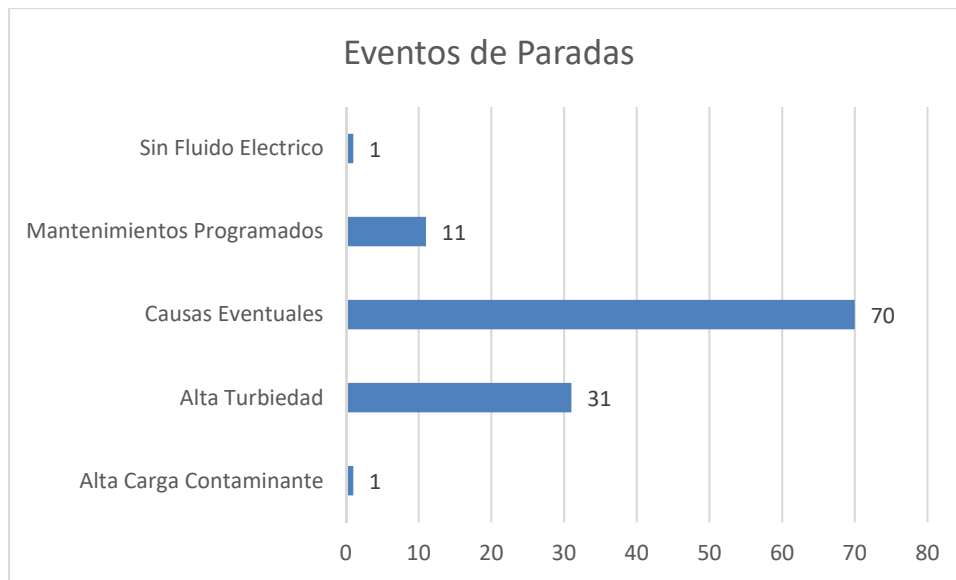
6.5 Análisis de paradas

A continuación, se realiza un análisis de las últimas paradas realizadas por el empresa EMCALI, la cual otorgó el reporte de paradas desde el 2014 hasta el 2019. Esto con el fin de

observar cuales son las causales (eventos) que se presentaron y cuanto fue la duración de cada parada en el sistema de aguas municipales.

Existen 5 tipos de eventos presentados en estos 5 últimos años, desde el periodo 2014 hasta el 2019. Entre estas son: el fluido eléctrico, mantenimientos programados, causas eventuales, alta turbiedad y por último carga contaminante.

Grafica 1. Cantidad de paradas en el periodo 2014-2019.



Fuente: EMCALI, 2019.

Como se puede observar, la mayor causa reportada en este periodo por la cual se realizaban paradas en la distribución de agua a las comunas, son las “causas eventuales” con una participación de 70 ocasiones (61%) con diferentes intervalos de tiempo que más adelante se podrán apreciar.

En segundo lugar, esta la causa por “alta turbiedad” con una participación de 31 ocasiones (27%), después son los “mantenimientos programados” con 11 veces (10%) y en último lugar comparten las 2 causas, “alta carga contaminante” y “sin fluido eléctrico”, cada una con 1 ocasión solamente (1%).

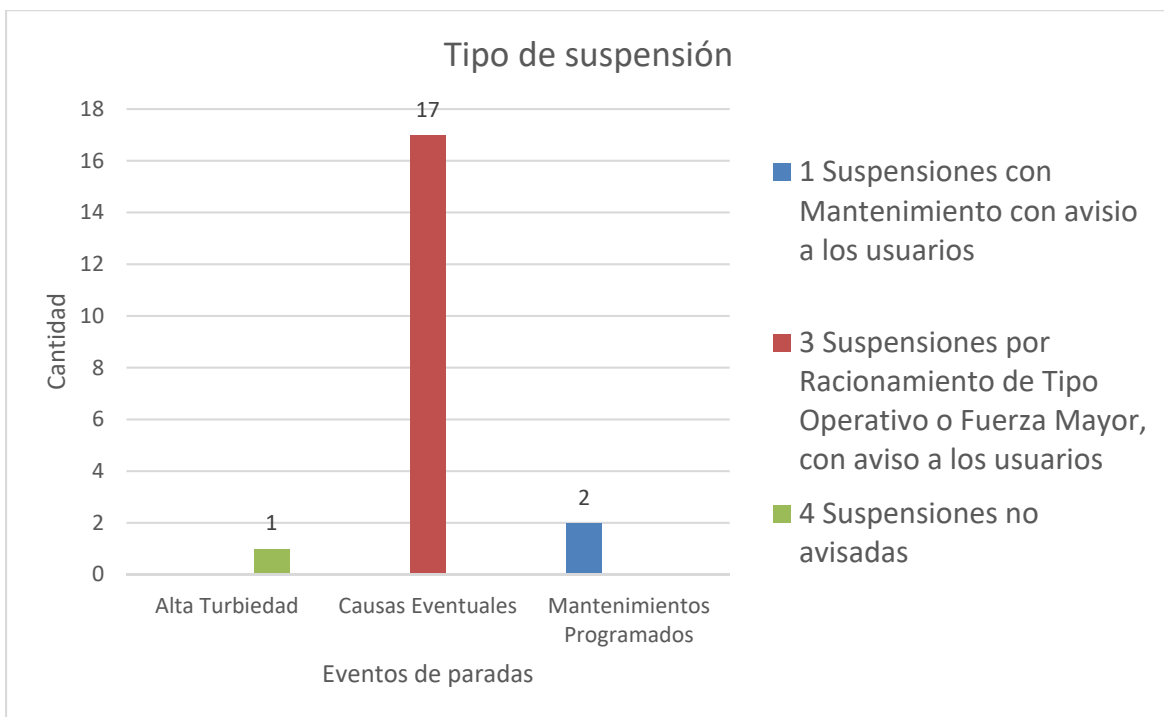
Cada causa (evento) reporta una duración cada vez que se haya presentado en estos periodos, por ende, se resume en la siguiente tabla la duración total de cada evento por paradas:

Tabla 3. Duración total por evento

Evento	Duración	Veces
Sin fluido eléctrico	3:40:00	1
Mantenimientos programados	48:54:37	11
Causas eventuales	270:21:44	70
Alta turbiedad	119:30:21	31
Alta carga contaminante	3:30:00	1

Fuente: elaboración propia.

Grafica 2. Suspensiones según el evento de parada en el periodo 2014-2019



Fuente: elaboración propia.

Desde el 2014, se han presentado 3 tipos de suspensiones:

- Suspensión con mantenimiento con previo aviso a los usuarios
- Suspensión por racionamiento de tipo operativo o fuerza mayor, con previo aviso a los usuarios

- Suspensión no avisada

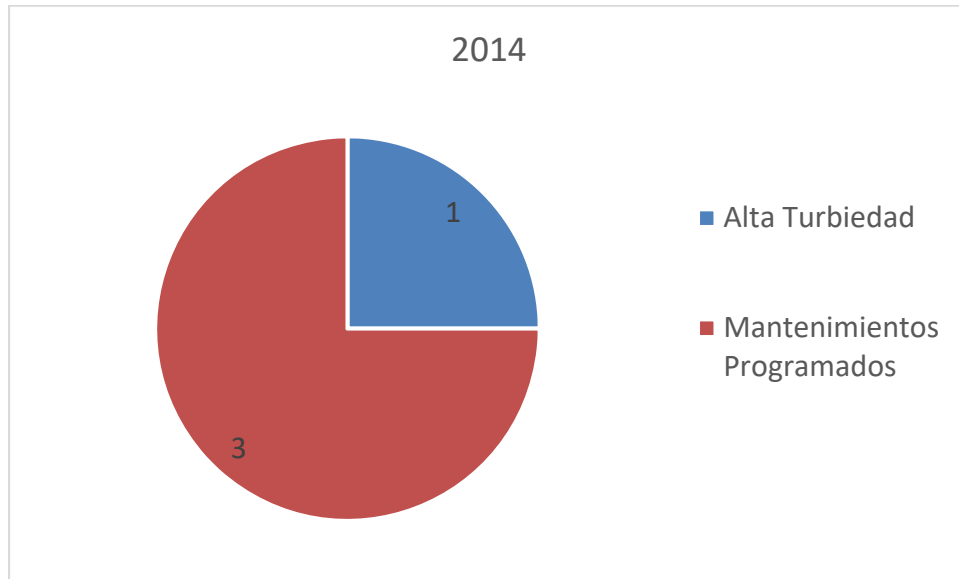
Para el evento “causas eventuales”, se presentaron 17 veces suspensiones por racionamiento o fuerza mayor. Esto se puede deber a razón que se deban realizar operaciones de tipo constructivo, cambios en tuberías, entre otras razones.

Dentro de las justificaciones en las paradas desde el 2014 están:

- Se suspende por alto nivel en el río mayor a 1,20m y presencia de palos.
- La suspensión se realiza por la salida Sur para cambio del transmisor de caudal.
- Se cierra bocatoma por alta turbiedad en el río mayor a 3500 ntu
- Siendo la 23.50 hrs el Fontanero de Turno, Emilio Felizola informa que suspende Bocatoma por turbiedad mayor a 3000 UNT y un nivel de 1.10 m. Esto genera regulación de las salidas de la Planta.
- Por programación aplazada (Diciembre 15) y de acuerdo a coordinación con mto se procedió a realizar parada para lavado de canal de agua cruda; Sin embargo, no se pudo realizar por falta de pitones.
- Se suspendió bocatoma por alta turbiedad 8000 ntu desde las 23:00 horas hasta las 02:00 horas.

Estas justificaciones fueron descritas por las Empresas Municipales de Cali en su reporte para los periodos entre 2014 y 2019.

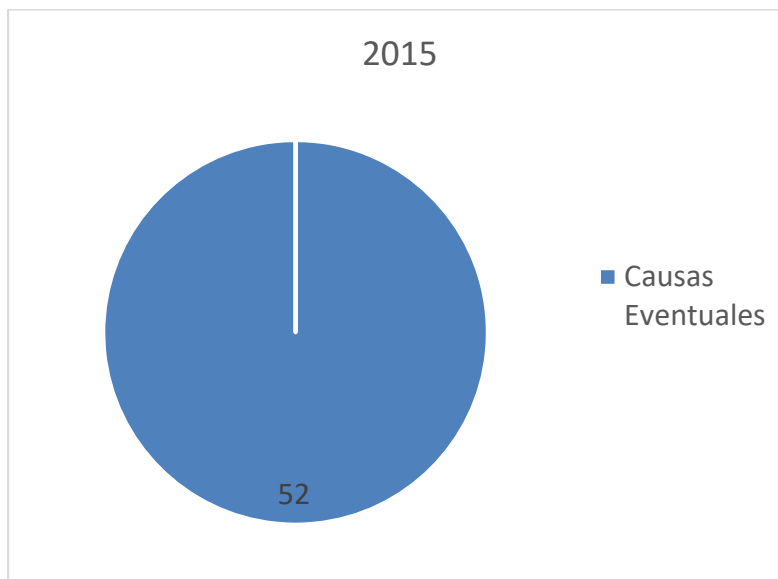
Grafica 3. Paradas presentadas en el año 2014.



Fuente: elaboración propia.

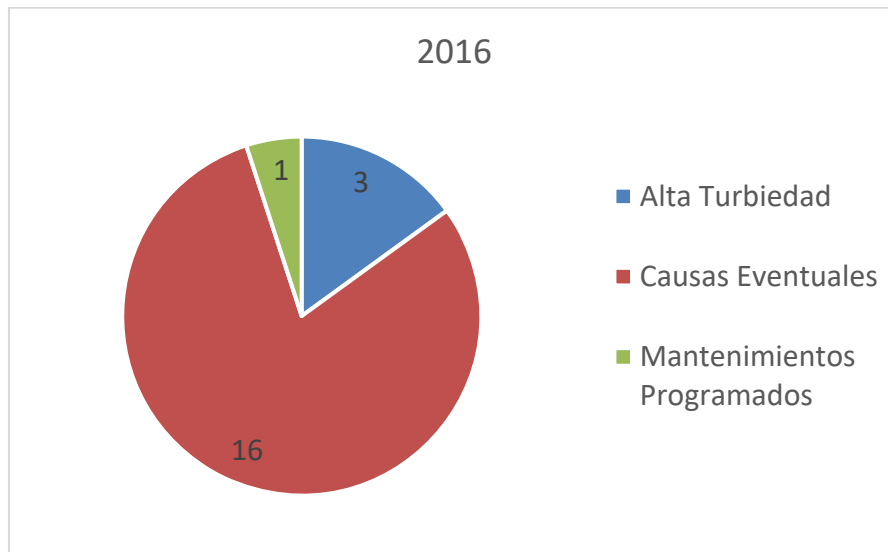
Para el 2014, solo se registraron 4 paradas especificadas anteriormente en la gráfica, lo cual es un buen número, ya que no se vieron afectadas las comunidades.

Grafica 4. Paradas presentadas en el año 2015.



Para el 2015, se registraron 52 paradas, donde la única causa fue por “causas eventuales”, presentándose un incremento desmedido en comparación al anterior año.

Grafica 5. Paradas presentadas en el año 2016.

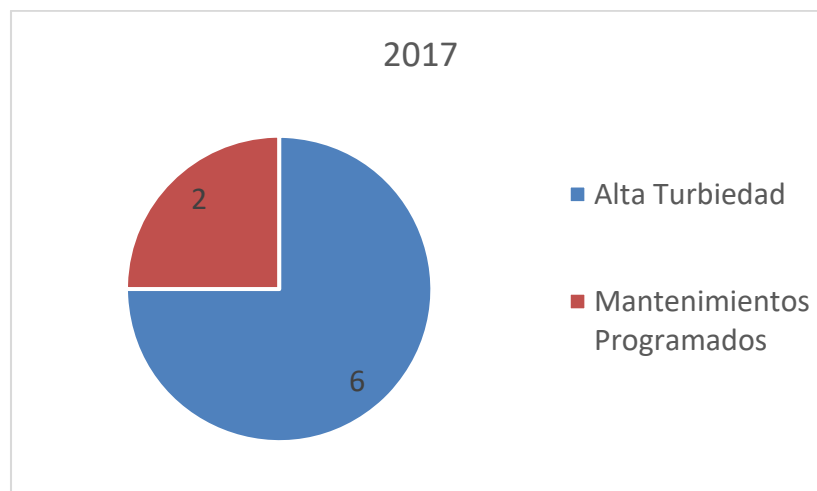


Fuente: elaboración propia.

Para el 2016, se presentaron 19 paradas, siendo justificadas por 3 eventos (causales), en primero lugar por las causas eventuales, después por la alta turbiedad y por último los mantenimientos programados.

En comparación al anterior año, se evidencia una disminución en las paradas por parte de EMCALI.

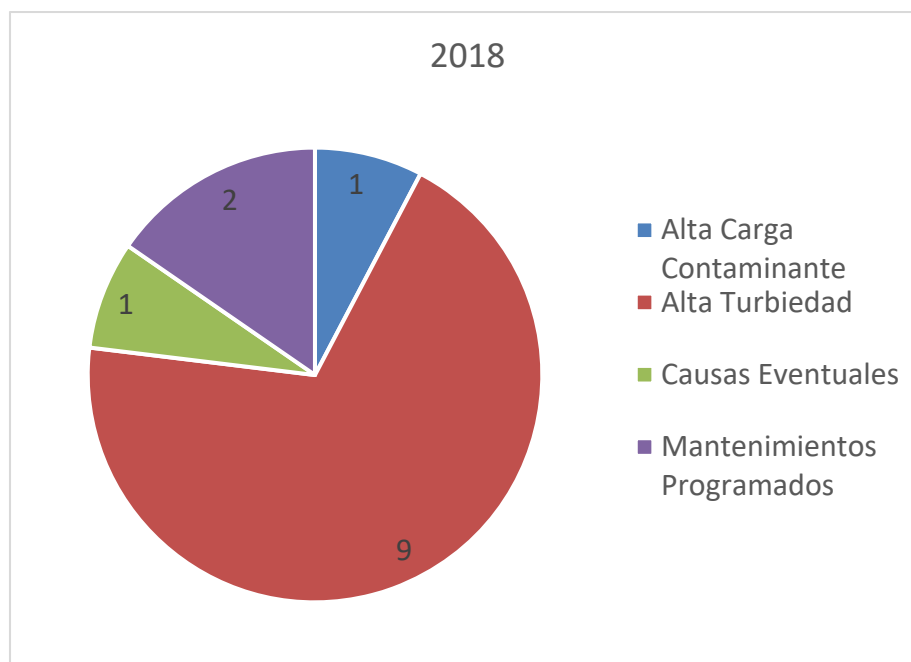
Grafica 6. Paradas presentadas en el año 2017.



Fuente: elaboración propia.

Para el 2017, solo se presentaron 8 paradas causadas en primera instancia por alta turbiedad, continuando por los mantenimientos programados. Un número más bajo en comparación a los 2 anteriores periodos.

Grafica 7. Paradas presentadas en el año 2018.

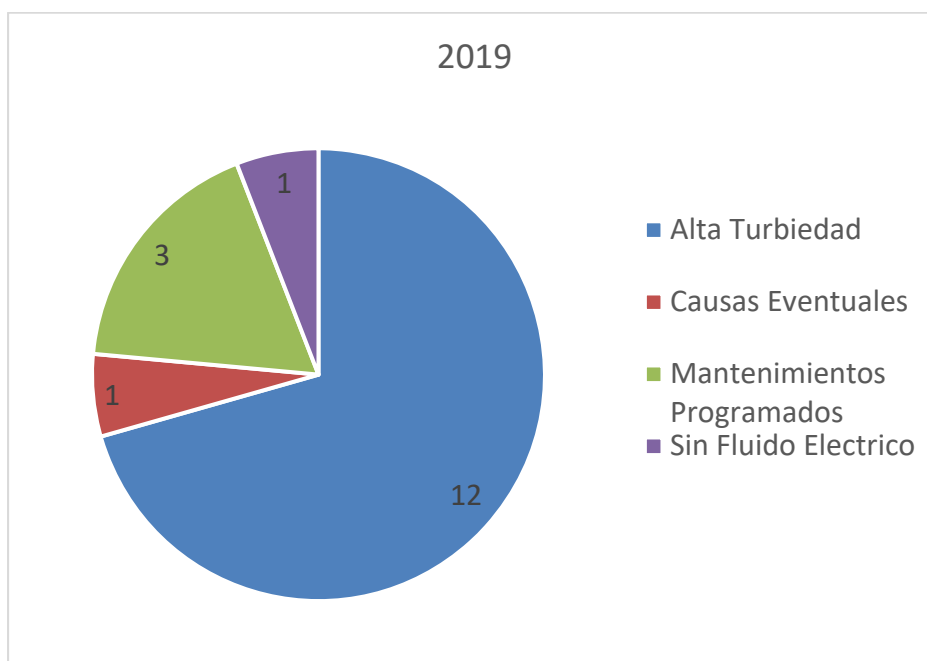


Fuente: elaboración propia.

Para el 2018, fueron 13 las paradas para este periodo, causado por 4 de los 5 eventos. El evento con más participación es la alta turbiedad, con una cantidad de 9 paradas.

En última instancia, en lo que ha corrido actualmente este periodo de 2019, se han presentado 17 paradas en el primer semestre, siendo causadas por 4 razones o eventos. El evento con más participación es de igual forma como el anterior periodo, la alta turbiedad con 12 veces.

Grafica 8. Paradas presentadas en el año 2019.



Fuente: elaboración propia.

En el siguiente punto, se podrá apreciar la relación de las suspensiones en el municipio de Cali, y como las políticas públicas pueden mejorar este fenómeno.

6.6 Análisis del plan de desarrollo

6.6.1 Acueducto y alcantarillado

El plan de Desarrollo Municipal 2012-2015, señaló que Cali no posee un Plan Maestro de Servicios Públicos, por lo cual es inexistente la ruta a seguir para la planificación de acuerdo con el modelo territorial, las inversiones y el presupuesto. A esto se le suma la deficiente del alcantarillado sanitario y pluvial por su incapacidad de transportar aguas lluvias ocasionando problemas cada que se presentan fuertes lluvias en la ciudad.

Lo anterior se agudiza a causa del mal manejo de los residuos sólidos en zonas protegidas de los canales y su cauce. Según la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Acodal (seccional Valle), aproximadamente 1.200 kilómetros de la

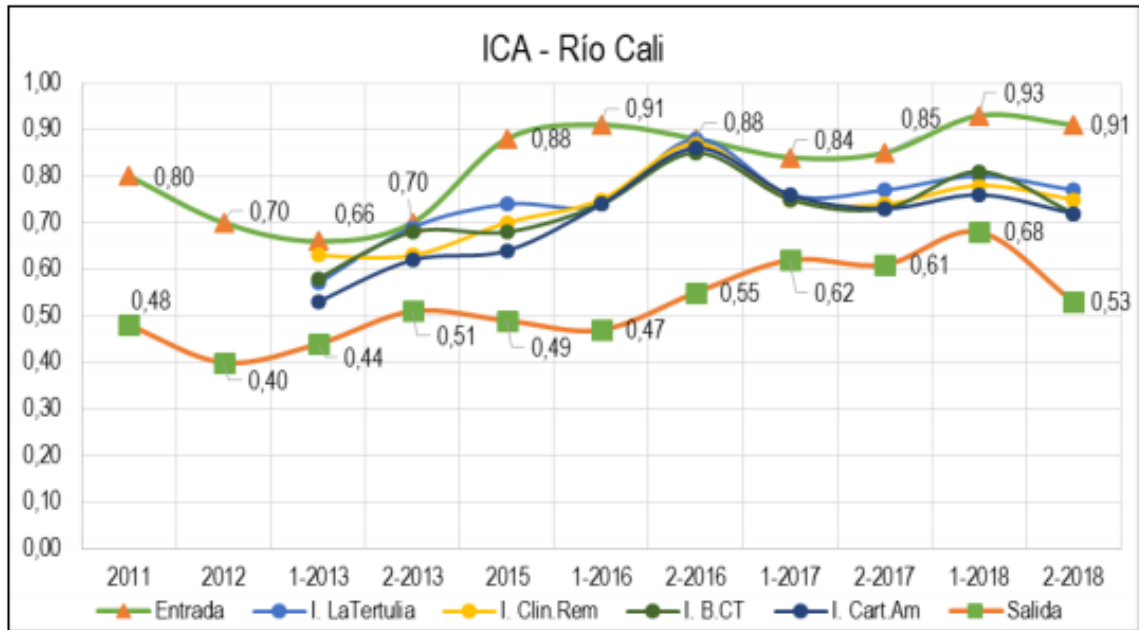
infraestructura, que actualmente cuenta con 3.000 kilómetros, ya ha cumplido su vida útil, lo cual indica que, entre 800 y 900 tubos de la red están contruidos de asbesto-cemento, lo cual significa un gran riesgo para la salud. Estas son unos de los más grandes problemas de acueducto y alcantarillado para la ciudad de Cali, siendo identificado en 23 de las 37 comunas y corregimientos (Plan de Desarrollo Municipal de Cali, 2012-2015).

En las 23 comunas se comprenden de manera dividida problemas relacionados con el deterioro de las redes de acueducto y alcantarillado, la falta de redes de acueducto y alcantarillado y el deficiente sistema de acueducto y alcantarillado (Plan de Desarrollo Municipal de Cali, 2012-2015).

Adicionalmente, esta problemática tiene una gran influencia en variables como la movilidad, el deterioro de la malla vial y equipamientos, y los riesgos por remoción en masa. Se debe mencionar también que, el 69% de las zonas rurales del municipio vierten aguas residuales directamente en las fuentes hídricas sin ningún tipo de tratamiento, lo que eleva los niveles de contaminación en el agua y por ende del medio ambiente, afectando la fauna bentónica, generando riesgos y molestias por olores, que en general se resumen en el deterioro de la calidad de vida de los habitantes de la zona. Los elementos hidráulicos de gravedad y bombeo cuentan con un 77% de cobertura a las poblaciones rurales pero presentan deficiencias en la capacidad de transporte y tratamiento, el cumplimiento de su vida útil reflejado en el deterioro de las estructuras y redes de abasto.

6.6.2 Cifras reportadas del ICA – Rio Cali

El comportamiento histórico del ICA del rio Cali se presenta en el siguiente gráfico:



Fuente: ICA – Laboratorio Ambiental del DAGMA Línea verde con triángulos y línea naranja con cuadrados

Entrada y Salida del Perímetro Urbano Respectivamente. Líneas con círculos puntos intermedios.

Fuente: ICA – Laboratorio Ambiental del DAGMA.

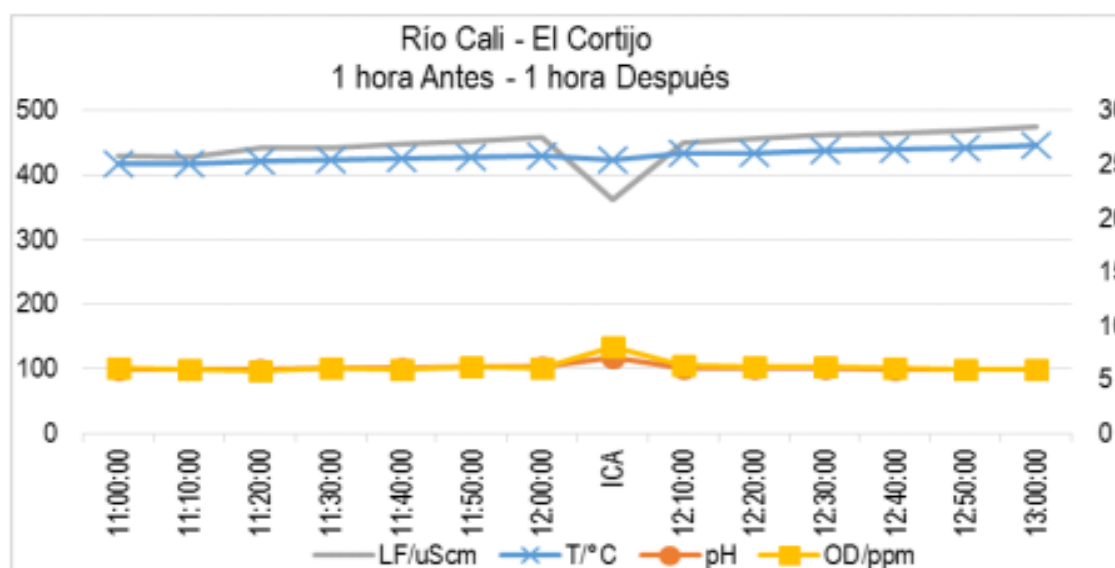
Desde el año 2015 se tenía un aumento significativo del ICA en la desembocadura del río Cali al Cauca, sin embargo, para esta fecha 25 de septiembre se tiene registro a las 7am de una altura del río 0.64m la cual aumenta hasta 0.74m hora 11:40am previo a la toma de la muestra por parte del laboratorio. En la ECAS El Colegio no se tiene datos de precipitación anteriores, pero puede darse la posibilidad de lluvia en la parte alta del río Cali o supuestas descargas al río que pudieran haber afectado los parámetros medidos alta del río Cali o supuestas descargas al río que pudieran haber afectado los parámetros medidos.

Ilustración 11. Cifras reportadas del ICA – Río Cali

Meta (Descripción)	Unidad de medida	Línea Base 2015	2016	2017	2018
A diciembre de 2019 el Índice de Calidad del Agua del Río Cali en la salida del perímetro urbano aumenta de 0.49 (malo) a 0.51 (regular).	Puntaje	0.49 (malo)	0,47	0,62	0,53 (Regular)

Salida	Hora	T/°C	pH	LF/uScm	OD/ppm	P/mm
09/25/2018	11:00:00	25	5.94	429	6.02	0
09/25/2018	12:00:00	25.8	6.12	459	6.01	0
Laboratorio	ICA	25.45	7.07	362	8.01	0
09/25/2018	12:10:00	26	6.1	451	6.26	0
09/25/2018	13:00:00	26.8	5.99	475	5.89	0

Datos ECAS El Cortijo Río Cali – antes de desembocadura al río Cauca



Fuente: Datos ECAS El Cortijo Río Cali – antes de la desembocadura del río cauca

- **Acciones y observaciones al cumplimiento de la Meta**

En esta última medición del ICA realizada por el Laboratorio de Calidad Ambiental tenemos un decrecimiento porcentual importante de 41,76; se debe verificar descargas no puntualizadas y conexiones erradas desde el sector de Bajo Palermo en Terron Colorado de la Comuna 1, donde las quebradas La Fortuna y Bajo Palermo que fluyen hacia el río Cali se presume se encuentran muy contaminadas por descargas de asentamientos humanos de desarrollo incompleto; y así como también especialmente en el sector La Isla de las comunas 2 y 4 donde adicionalmente hay 118 focos importantes de concentración de residuos sólidos asociados al acopio ilegal de material reciclable, y habitante de calle que contribuye al incremento en la contaminación del río.

Es por lo que la CVC debe verificar y realizar acciones en los centros poblados de los corregimientos de Andes, Pichindé, Leonera y Felidia para que el ICA aumente a la entrada del perímetro urbano del municipio.

- **Balance de paradas.**

A continuación, se reflejan las paradas, se identificará la necesidad de implementar políticas públicas para el Río Cali. Entre estos balances están: “*el balance exclusivo de las paradas de las plantas de producción de agua de Emcali y de las suspensiones del servicio*”. (Redacción Cali, 20 de febrero de 2016)

A partir de la primera década del siglo XXI, comenzaron las suspensiones en el servicio de suministro de agua potable de Cali en las cinco plantas: Puerto Mallarino, Río Cauca, Río Cali, la Reforma y la Rivera. Debido a la alta carga contaminante, alta turbiedad,

variaciones de voltaje, daños de equipos y mantenimientos programados. (Redacción Cali, 20 de febrero de 2016)

De tal manera, se confirma la necesidad de aumentar el control en el cuidado de las cuencas hidrográficas, en especial por parte de las empresas públicas que laboran en el tratamiento y cuidado del agua en el departamento del Valle del Cauca, ya que dichas acciones pueden llevar a afectar a los habitantes quienes reciben agua proveniente de estas cuencas.

Tabla 4. Caracterización del balance de paradas en las diferentes plantas de tratamiento.

Factor	Descripción
Plantas Río Cali – Río Meléndez	Estas plantas también han tenido parálisis en los años 2014, 2015 y 2016, presentándose en el río Cali 62 suspensiones de la planta y en el río Meléndez 6 suspensiones, pero ha generado racionamiento de agua en las comunas que sirven del acueducto de río Cali, principalmente las comunas 18, 19, 20 1, 2 y 3 afectando la calidad de vida en estas comunas.
La parada de las plantas	El Río Cauca con 227, Puerto Mallarino con 950, Río Cali con 58, la Reforma con 4 y la Rivera con 1, suspensión de las plantas de producción de agua potable en los 16 años en 1.240 oportunidades, lo que indica un promedio de aproximadamente 78 suspensiones de plantas por año, cifra excesivamente alta y que demuestra la pésima administración de la gerencia de Acueducto y de la empresa.

Suspensión del servicio	Se han originado más de 2.400 suspensiones del servicio en los 16 años, en promedio 150 suspensiones por año lo que indudablemente ha afectado el desarrollo normal del suministro de agua potable en la ciudad. Y si a esto se le suma el problema del racionamiento generado en los años 2015 y 2016, es un hecho excesivamente crítico que merece un análisis especial.
--------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia. 2019

Esta problemática presentada últimamente de manera constante se debe a un problema estructural de agua que no ha sido bien acompañado y tratado por las Empresas Municipales de Cali (Emcali), y no ha podido ser desarrollado por la ausencia de un nuevo acueducto para Cali el cual se basa en:

1. La parálisis de la inversión en Emcali debido a la intervención del Estado en la empresa durante aproximadamente por 13 años.
2. Los Gerentes Interventores de Emcali 2012 – 2013, los Alcaldes Cobo, John Maro, Apolinar, Ospina, Guerrero y el mismo Concejo Municipal, ignoraron la prospectiva de la prestación de los servicios, lo que paralizó las inversiones a largo plazo y generando atrasos en el Plan de Desarrollo del agua. Se puede mencionar también la responsabilidad del bloque de parlamentarios vallecaucanos, que en el año 2006 no atendieron con prioridad la decisión de apoyar la financiación de los estudios para proyectar un nuevo acueducto en la ciudad de Cali.
3. La poca visión a largo plazo y equivocada de Alcaldes, Gerentes de Emcali y Gerentes de Acueducto que a pesar de la situación crítica del agua de la ciudad, enfocándose en proyectos a corto plazo como los reservorios y pozos profundos, sin perseverar los serios problemas de la empresa y del abastecimiento de agua potable.

4. La falta de ejecución del convenio Emcali - CVC por \$9.000 millones, de los cuales CVC otorgaba \$7.000 millones y la empresa Municipal asignaba el restante, empero no se llevaron a cabo actividades presupuestales para cumplir con el propósito de darle solución al problema de agua potable (Informe de Emcali, Gerencia de Acueducto y Alcantarillado).

6.6.3 Relación oficial de suspensiones de agua

En la siguiente tabla se especifican las suspensiones en el acueducto que se han venido presentado en la ciudad de Cali con su debida causa o justificación (descripción) en los últimos años con la cantidad por cada periodo. Por otro lado, se busca justificar si la causa de su suspensión es necesaria y cómo puede afectar a la población del municipio quienes se proveen de estas redes.

Tabla 5. Eventos y Suspensiones en el acueducto de la ciudad de Cali.

Periodo	Cantidad	Descripción
2016	22	Se presenció una afectación en el servicio de enero a diciembre, por disminución en la concentración de oxígeno disuelto, con duraciones que duraron entre 1 hora y 10 minutos a 6 horas.
2017	7	Se evidenciaron suspensiones tanto por disminución en la concentración de oxígeno disuelto, Incremento en las Unidades de Turbiedad (UNT) y el tiempo de suspensión fue de 51 minutos hasta 10 horas 31 minutos.
2018	8	Incremento en las Unidades de Turbiedad (UNT) y disminución en la concentración de oxígeno disuelto, con suspensiones de 45 minutos a 3 horas y 20 minutos.
2019	3	El 6 de abril hubo un Incremento en las Unidades de Turbiedad por 4 horas 30 minutos, los 15 y 16 de abril también por lo

		mismo, 11 horas y 4 minutos y el 17 de febrero por disminución en la concentración de oxígeno disuelto por 2 horas 35 minutos.
--	--	--

Fuente: Elaboración propia. 2019

Estas suspensiones de suministro de agua potable se debieron a la falta de un nuevo alcantarillado como consecuencia de los sucesos en la trayectoria desde el año 2000 hasta el 2019, justificando la falta de una “nueva captación” de agua. En los últimos 19 años se presentaron 2457 suspensiones del servicio reportados por la Empresa Emcali.

Dado caso, estos sucesos pueden repercutir en el deterioro ambiental de la localidad y su población, desde la contaminación del agua en términos de minería donde la captación y desviación ilegal de los caudales los cuales inician desde el nacimiento de las fuentes hídricas terminan afectando a toda la población. No solo consigue contaminar el agua, sino elevar la tasa de enfermedad por consumo de agua no potable, deteriorar la cultivación y sus tierras (caso dado que el agua sea usada para campos), disminuir el suministro de agua para determinadas localidades, entre otras consecuencias.

Además de contaminar estas fuentes, ocasiona deterioro y disminución del agua en los canales de distribución y ríos de la ciudad, obligando a las empresas dedicadas al tratamiento de aguas realizar paradas con mayor frecuencia para controlar estas acciones que ocasionan agentes externos. Al realizar estas paradas, este tipo de organizaciones se retrasan en sus proyecciones y afectan a la población, ya que las organizaciones que hacen mayor uso de esta fuente pueden quedarse sin este servicio por un tiempo corto, mediano o largo dependiendo de la repercusión del daño.

- **Toma de acción por parte de las organizaciones**

Tanto la CVC como las Empresas Municipales de Cali, han estado elaborando distintos estudios para identificar la mejor opción a tratar y que “plan B” puede ser tomado como opción de captación de recurso. Entre estas investigaciones:

El proyecto Filtración en Lecho de Río está en estudios de la presente administración, para obtener la viabilidad de dicha tecnología en Puerto Mallarino, donde están las plantas de potabilización y su ejecución se proyecta en 2 años.

La CVC ha elaborado los estudios de prefactibilidad y factibilidad para captar agua, del río Cauca, lo cual ha sido elevado a ley de la República, por solicitud de las autoridades del Valle del Cauca, en el plan nacional de desarrollo, lo que sigue son los estudios de ingeniería de detalle. Esto permitiría la adecuada prestación del servicio de agua potable en Cali, proyecta la solución a 50 años de agua para el sur del Valle (Cali y Jamundí).

6.6.4 Aplicación de las políticas públicas

Para desarrollar un proceso de construcción de una política pública es necesario partir del desarrollo de fases dentro de una lógica cíclica. Cada fase incluye su especificidad y los niveles de participación de los distintos actores sociales y políticos. De esta manera, se adaptará al proceso de mejoramiento del suministro de agua del Río Cali.

En primera instancia, se debe realizar la **identificación del problema**:

En la identificación del problema las políticas públicas deben responder con construcciones sociopolíticas, estableciendo un orden por prioridad para atender los diferentes problemas sociales que se presentan, por lo tanto, solo determinadas

situaciones serán consideradas como realmente importantes o de mayor impacto por parte de la comunidad, institucionalizando el problema.

Estas problemáticas deben inscribirse de manera formal en la agenda pública, con la intención de identificar que organizaciones se ven atraídas por la temática o se ven afectadas directamente. Para eso, se debe llevar a cabo el siguiente proceso de **formulación**.

El contenido de la formulación debe ser lo suficientemente claro, tanto como para defenderse a sí mismo, en términos de que el público pueda comprender y asumir como suyos los objetivos planteados.

En la **formulación de soluciones**:

La cantidad de soluciones que pueden resolver un problema puede variar depende de los medios, fines o contenidos que intenta dar respuesta, entendiendo el por qué y el cómo de la solución planteada. A groso modo, la formulación de una política pública debe contener:

- Los objetivos generales y específicos definiendo un orden por prioridad.
- Precisar los recursos y compromisos.
- Los mecanismos positivos de evaluación y seguimiento.
- Construir índices.
- Ubicar la temporalidad de los programas y los planes.

Como tercer proceso, está la **toma de decisiones**:

Se debe contar con una argumentación consolidada y con un proceso social que otorgue legitimidad a las soluciones que se planteen. Además, la formulación de la

solución debe ser clara y en concreto debe defenderse la posición tomada, de manera que los demás participantes comprendan y se apropien de los objetivos señaladas.

Este proceso va acompañado de la implementación de la decisión tomada, y puede generar los efectos deseados, como los efectos inesperados positivos o negativos. Es por eso la necesidad de una **evaluación de la Política Pública:**

La evaluación permite realizar comparativos, identificando las variaciones de una situación después de llevar a cabo determinada política pública. Se pueden implementar mecanismos de medición y evaluación tanto al final de la aplicación de la política como durante de la formulación.

6.6.5 Políticas públicas implementadas y medidas a tener en cuenta

Hasta la fecha se han venido implementando diferentes estrategias por parte de las directivas de las Empresas Municipales de Cali, y otras organizaciones interventoras como la CVC y el DAGMA.

Tabla 6. Caracterización de una DOFA

Acciones logradas (F y O)	Recomendación u observación (ODA)
Reducción en el vertimiento de las cargas contaminantes sobre los cauces, principalmente por la eliminación de conexiones erradas de alcantarillado sanitario y pluvial, que permitían vertimientos directos de aguas servidas, entre EMCALI EICE ESP y DAGMA también se ha identificado 1409 conexiones	Desde el punto de vista regional, se observa una carencia de articulación en el manejo de cuencas, que se demuestra con las reiteradas suspensiones en el bombeo de las plantas de tratamiento de agua potable de la ciudad –PTAB Rio Cauca/Puerto Mallarino, producto de los bajos niveles de oxígeno o excesiva turbiedad del Río Cauca, con ocasión de eventos naturales extremos en otros departamentos que alteran la calidad del agua de este cauce.

<p>erradas de las cuales ya se han corregido 1007, de acuerdo a la información suministrada por estas entidades al Órgano de Control.</p>	
<p>Aumento en el volumen de las aguas tratadas por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad, pasando de 29.84 toneladas diarias de DBO5 a 33.21 toneladas diarias de DBO5, de igual manera hay una mayor remoción de sólidos suspendidos totales pasando de 41.13 toneladas diarias a 66.18 toneladas diarias.</p>	<p>Lo anterior se suma a los pocos avances por parte de EMCALI EICE ESP, en la exploración de nuevas opciones de abastecimiento de agua para la ciudad, lo que nos hace “Cauca-dependientes” y susceptibles de padecer suspensiones reiteradas del servicio ante el lamentable estado de esta cuenca. Es importante resaltar que medidas como un nuevo reservorio para la ciudad son solo paliativos frente a las dimensiones de la problemática del abastecimiento del recurso.</p>
<p>Ejecución de 7 obras de envergadura tales como 5 colectores sobre el Río Aguacatal, 1 colector sobre la quebrada La Campiña afluente del Río Cali y 1 colector en el Canal Oriental.</p>	<p>Para la Personería de Cali, aún persisten debilidades en la oferta de agua potable y tratamiento de aguas residuales para las poblaciones de la zona rural de la ciudad, de igual manera falta de control de la administración municipal respecto de las PTAR existentes en esta zona, situación que favorece la presencia de eventos ambientalmente adversos.</p>
<p>El DAGMA ha invertido cerca de \$1.721.880.498 de pesos en el mejoramiento de las condiciones de los humedales de la ciudad, pero el estado de estos importantes ecosistemas es crítico, al punto que se encuentra gravemente amenazada su preservación.</p>	<p>“Es preocupante la ausencia de medidas por parte de la administración municipal, para controlar la proliferación de asentamientos humanos de desarrollo incompleto sobre los cauces de la ciudad, en especial porque desconoce su número total o el impacto que recibe Cali, no solo por la demanda de servicios públicos domiciliarios sin contraprestación, sino también por el vertimiento de aguas residuales y residuos sólidos de manera directa sobre los cauces”.</p>

Fuente: Elaboración propia.

En concordancia con lo anterior, la Personería de Cali reafirma el llamado de atención a los actores del gobierno local como lo son las entidades de orden municipal y regional, quienes son los responsables de la gestión de los recursos hídricos locales, para que tomen las medidas pertinentes con prontitud, enfocadas en:

- La mejora de la calidad y volumen del agua.
- La implementación de más controles en la construcción ilegal de viviendas, conocidos popularmente como invasiones.
- La exploración de nuevas alternativas de suministro de agua para Cali orientados a la continuidad y la calidad de la prestación del servicio, concluyendo en la optimización de los mismos.
- La priorización del cumplimiento estricto de las normas ambientales, que protegen y defienden la configuración ambiental municipal, principalmente frente a la expansión urbana de la ciudad.
- La protección y conservación del PNN Farallones de Cali como patrimonio ambiental de los caleños.

Ilustración 12. Estado de la contaminación de una de las cuencas hidrográficas.



Fuente: Personería Municipal Santiago de Cali. 2015

7 Conclusiones

Han pasado 24 años desde que la CVC diseñó los estudios que establecieron el futuro del abastecimiento de agua, determinando que el gran hallazgo se encuentra ubicado en la zona sur de Cali, denominando el proyecto como “Fuentes del Sur” en honor a ello. A pesar de que el proyecto surgió en el año 1992 es hasta ahora que se ha hecho el intento de ponerlo en marcha.

Este proyecto busca captar las aguas de los ríos Claro, Jamundí y Timba mediante tres embalses que se encontraran interconectados, que servirán para surtirían el agua a la capital del Valle del Cauca y suministrarían todo el casco urbano de Jamundí.

De acuerdo con los cálculos realizados por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca alrededor de 959.000 personas entre Cali y Jamundí que se verían beneficiadas, si se concluye el proyecto para el año 2045, cabe mencionar que, el proyecto ya se ubica en la fase de inicial de factibilidad.

Este proyecto hace parte del “Plan del Agua” a través del cual las autoridades ambientales realizaron estudios gestión eficiente del agua, donde se plantearon 90 opciones como posibles oportunidades para el abastecimiento de agua en el Valle de Cauca, de estas 90 opciones solo cuatro lograron superar la etapa de factibilidad y en una de esas cuatro se hallaba el proyecto de las “Fuentes del Sur”.

Según los resultados de los estudios que se han efectuado hasta la fecha, los embalses tendrían una altura entre los 60 y 100 metros, empero, por seguridad no se reveló la posible

ubicación de estos, solo se dio una pequeña pista acerca de dicha ubicación, siendo la parte media de las cuencas.

Se estima que en el mes de junio se dará inicio a fase de factibilidad para identificar si es viable la interconexión de los embalses como una opción de abastecimiento de agua superficial, identificando, además, los costos y el tiempo aproximado de desarrollo del proyecto, es decir, de su operación y funcionamiento.

Es claro que la ciudad de Cali ha tardado un tiempo innecesario para definir una opción que dé una respuesta viable al problema de suministro de agua potable, que es más visible en épocas de sequía, de modo que se pueda contrarrestar con la toma de decisiones oportunas.

8 Recomendaciones

Como uno de los objetivos de la investigación, después de haber analizado diferentes factores que terminaron afectando el suministro de agua potable por parte de las Empresas Municipales de Cali, y la falta de intervención por parte de las organizaciones ambientalistas que no llegaron a tiempo y no se logró dar una solución total a la problemática se recomiendan diferentes acciones:

En primera instancia, organizaciones ambientalistas gubernamentales como la CVC y el DAGMA deberían tomar decisiones más críticas y de accionar para la implementación de un nuevo acueducto, que permita llevar a cabo un mejor suministro de agua, además de lograr acaparar un mayor territorio desde las diferentes fuentes que posee el valle del cauca.

Las Empresas Municipales de Cali (Emcali) deben reconsiderar una reestructura en su organización, desde el cambio de los dirigentes, la reasignación del presupuesto el cual debe estar principalmente dirigido a la construcción de un nuevo sistema de acueducto y alcantarillado.

Las organizaciones que se mueven en este sector deberían considerar crear programas de concientización, ya que uno de los factores que también termina afectando el suministro son los mismos habitantes, por ende, estos programas deben estar dirigidos a enseñar las consecuencias de alterar y contaminar el medio ambiente, enfocado a las cuencas hidrográficas, las cuales proveen agua a toda la ciudad y el departamento.

Las autoridades deben estar más pendiente de las actividades ilegales que se llevan a cabo alrededor de las cuencas hidrográficas (no solamente en el Rio Cali), ya que actos como la minería generan un factor negativo en la captación de agua y procesamiento, demorando

aún su potabilización de lo común, gracias al uso de químicos usados en la extracción de minerales, además de desviar las cuencas hidrográficas, las cuales afectan directamente su captación y ocasionalmente generan inundaciones o desastres en los corregimientos cercanos a estos ríos, ocasionando desastres “naturales”.

9 Bibliografía

- Anónimo, A. (30 de marzo de 2019). Río Cali: todo lo que necesitas conocer sobre él. Ríos del planeta. Recuperado de <https://riosdelplaneta.com/rio-cali/>
- Bebe Agua SpA. (17 de Marzo de 2019). TDS: Sólidos Disueltos Totales. Recuperado de <https://bebeagua.cl/tds-solidos-disueltos-totales/>
- Cisterna, P. y Peña, D. (s.f.) Determinación de la relación DQO/DBO5 en aguas residuales de comunas con población menor a 25.000 habitantes en la VIII región. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/chile13/trab-12.pdf>
- Hantke-Domas, M. & Jouravlev, A. (2011). Lineamientos de política pública para el sector de agua potable y saneamiento. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
- Lizarazo, J. y Orjuela, M. (2013). Sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia. [tesis de grado] Universidad Nacional de Colombia.
- Organización Mundial de la Salud (2006). Guías para la calidad del agua potable [recurso electrónico]: incluye el primer apéndice. Vol. 1, Tercera edición, pp. 1-404.
- Personería Municipal Santiago de Cali (2015). Seguimiento a problemática sobre el recurso hídrico y abastecimiento de agua en Santiago de Cali, pp. 1-92. Recuperado de <http://docplayer.es/22247004-Informe-realizado-octubre-2015.html>
- Téllez, A. (2016). Química Ambiental. Managua, Nicaragua: CSUCA.

- Méndez, J y Méndez, J.M. (2010). Tasas por utilización del agua ¿instrumento de asignación eficiente del agua o mecanismo de financiación de la gestión ambiental? *Estudios gerenciales*, 26,115, pp. 93-115.
- Marquez, O. y Ortega, M. (2017). Percepción social del servicio de agua en el municipio de Xalapa, Veracruz. *Revista mexicana de opinión pública*, 12, 23, pp.41-59.
- Lopez, A., Restrepo, N., De la Cruz, W. y Orrego, S. (2011). Llegó la escasez y mandó a parar. *Estudios gerenciales*, 27,119, pp.235-254.
- Gomez, A., Miralles, M., Corbella, I., García, S., Navarro, S. y Llebaria, X. (2016). La calidad sanitaria del agua de consumo. *Elsevier España*, 30, pp. 63-68.
- Plan de Desarrollo Municipal de Cali (2012-2015). Alcaldía de Santiago de Cali. Departamento administrativo de planeación municipal, pp. 1-286. Recuperado de https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/44418/plan_desarrollo_municipal_2012_2015/

Anexos

En las siguientes ilustraciones se pueden evidenciar los reportes por parte de la Empresas Municipales de Cali, los cuales respaldan los datos acerca de las suspensiones en el servicio de acueducto y alcantarillado.

Ilustración 13. Reportes de Emcali sobre eventos y suspensiones del suministro de agua.





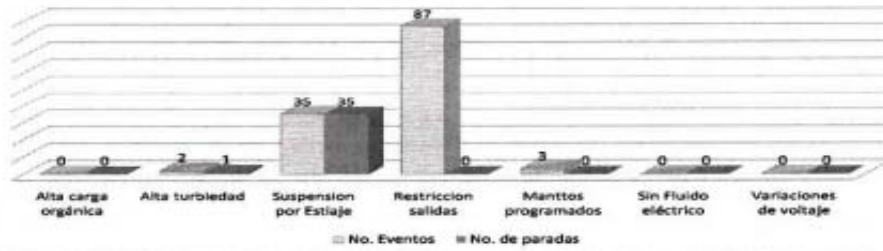
07 11

21 OCT 2016

Planta Río Cali				
Enero 2014 a Septiembre 2016	No. Eventos	Tiempo eventos	No. de paradas	Tiempo de paradas
Alta carga orgánica	0	0:00:00	0	0:00:00
Alta turbiedad	2	7:15:00	1	6:45:00
Suspension por Estiaje	35	150:40:00	35	150:40:00
Restriccion salidas	87	293:57:00	0	0:00:00
Mantos programados	3	19:20:00	0	0:00:00
Sin Fluido eléctrico	0	0:00:00	0	0:00:00
Variaciones de voltaje	0	0:00:00	0	0:00:00
TOTAL	127	471:12:00	36	157:25:00

Eventos y Paradas PTAP Río Cali 2014 a 2016

Fuente: Registros SIDAP



Eventos y Paradas PTAP Río Cali

Fuente: Registros SIDAP



Hasta el 31 de Diciembre de 2015				
2015	No. Eventos	Tiempo eventos	No. de paradas	Tiempo de paradas
Alta carga orgánica	0	0:00:00	0	0:00:00
Alta turbiedad	0	0:00:00	0	0:00:00
Suspension por Estiaje	19	58:40:00	19	58:40:00
Restriccion salidas	76	253:30:00	0	0:00:00
Manttos programados	0	0:00:00	0	0:00:00
Sin Fluido eléctrico	0	0:00:00	0	0:00:00
Variaciones de voltaje	0	0:00:00	0	0:00:00
TOTAL	95	312:10:00	19	58:40:00

Hasta el 30 de septiembre de 2016				
2016	No. Eventos	Tiempo eventos	No. de paradas	Tiempo de paradas
Alta carga orgánica	0	0:00:00	0	0:00:00
Alta turbiedad	1	6:45:00	1	6:45:00
Suspension por Estiaje	16	92:00:00	16	92:00:00
Restriccion salidas	11	40:27:00	0	0:00:00
Manttos programados	1	17:00:00	0	0:00:00
Sin Fluido eléctrico	0	0:00:00	0	0:00:00
Variaciones de voltaje	0	0:00:00	0	0:00:00
TOTAL	29	156:12:00	17	98:45:00

RESUMEN				
AÑO	No. Eventos	Tiempo de Eventos	No. Paradas	Tiempo de paradas
2014	3	2:50:00	0	0:00:00
2015	95	312:10:00	19	58:40:00
2016	29	156:12:00	17	98:45:00
TOTAL	127	471:12:00	36	157:25:00

Fuente: Empresas Municipales de Cali, 2016.