



## CAPÍTULO 4

# Problemas Ambientales Relacionados con la Calidad del Agua del Embalse Calima del Municipio de Darién, Valle del Cauca y Estrategias de Mitigación

*Environmental Problems Related to the Water Quality of the Calima Reservoir in the Municipality of Darien Valle del Cauca and Mitigation Strategies*

**Carlos Alberto López Guzmán**

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali  
⑩ 0000-0002-5207-0700  
✉ carlos.lopez05@usc.edu.co

**Victor Alfonso Cerón Hernández**

Universidad Santiago de Cali. Colombia, Cali  
⑩ 0000-0003-1717-0332  
✉ victor.ceron00@usc.edu.co

## Resumen

En el sur occidente colombiano se encuentra el municipio de Calima, Darién. Lugar de atractivo turístico y de gran biodiversidad. Demandando bienes y servicios tanto por habitantes de la región como visitantes. Se han construido complejos habitacionales, restaurantes, zonas de camping y escuelas náuticas alrededor del lago. Desde la puesta en funcionamiento del embalse han aparecido conflictos entre sociedad y ambiente. Estos son generados por habitantes locales y agravados por el turista en puntos específicos del lugar. Factores que afectan el ambiente, entre estos la calidad

**Cita este capítulo / Cite this chapter**

López Guzmán, C. A. y Cerón Hernández, V. A. (2025). Problemas Ambientales Relacionados con la Calidad del Agua del Embalse Calima del Municipio de Darién, Valle del Cauca y Estrategias de Mitigación. En: Pelegrin, J. S. y Quijano Pérez, S. A. (eds. científicos). Estudios transdisciplinarios del medio ambiente. (pp. 137-195). Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9786287770782-4>

del agua de la represa. Por tal razón, se plantea como objetivo el analizar los problemas ambientales relacionados con la calidad del agua del embalse Calima del municipio de Darién Valle del Cauca. Se efectuó una búsqueda bibliográfica de estudios realizados que identificaron tensores ambientales. Se obtuvo las percepciones que la comunidad tiene del grado de afectación del agua, implementando como instrumento de evaluación una encuesta, entrevistas y el árbol de problemas. Resaltando el estado regular del agua para los administradores y la mala calidad para los turistas. Ambos grupos poblacionales determinaron que el factor contaminante principal fueron los residuos sólidos. Se analizaron los resultados de los datos fisicoquímicos y microbiológicos hallados en trabajos publicados, considerando los obtenidos por la autoridad ambiental “CVC” del departamento del Valle del Cauca. En cuyo caso se obtuvieron valores generales adecuados dentro de los criterios establecidos por “ICA, Índice de calidad del agua de Brown” y de acuerdo con la normatividad vigente colombiana para cada variable individual, Decreto 1575 de 2007 y Resolución 2115 de 2007. Destacándose los buenos resultados en variables como; Coliformes fecales, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Totales, pH, Turbidez. Se resalta la no existencia de Cianuro, Arsénico, Plomo o Mercurio. Sin descartar un pequeño incremento con el tiempo en Nitratos y Fosfatos, que deben ser tomadas en cuenta a futuro para reducir el avance de la contaminación del agua. Los resultados obtenidos en las percepciones y los datos fisicoquímicos y microbiológicos se contrastaron para establecer conclusiones. Finalmente, Se propusieron estrategias educativas de concientización y de articulación de planes de acción a los administradores turísticos y habitantes de la región como; monitoreo regular de la calidad del agua en puntos críticos de alta afluencia turística, embarcaderos, zonas residenciales o fuentes hídricas que drenan al lago, disposición de baterías sanitarias, pozos sépticos, inspección de la PETAR, reducción de fertilizantes químicos en la agricultura, reducción de la deforestación, mayor control de los residuos sólidos, creación de una asociación. Esto con el fin de mitigar algunos de los problemas ambientales hallados en el embalse, contribuyendo al mejoramiento de la calidad del agua. Se concluye

sobre la existencia de unos niveles bajos de contaminación del agua, según metodología ICA se determinó un valor de 86,4 correspondiente a un grado de interpretación del agua de Buena Calidad, apta para las prácticas recreativas, pero resalta la importancia de reforzar las estrategias para disminuir el daño, impedir que se deteriore el recurso hídrico y preservarlo para las futuras generaciones.

**Palabras claves:** Biodiversidad; bienes y servicios; ambiente; embalse; estrategia educativa.

## **Abstract**

In the southwest area of Colombia is located the municipality of Calima, Darién. Place of tourist attraction and great biodiversity. Demanding goods and services both by inhabitants of the region and visitors. Housing complexes, restaurants, camping areas and nautical schools have been built around the lake. Since the commissioning of the reservoir, conflicts have arisen between society and the environment. These are generated by local inhabitants and aggravated by the touristic demand in specific points of the place. Factors that affect the environment, including the quality of the water in the dam. For this reason, the objective is to analyze the environmental problems related to the quality of the water in the Calima reservoir in the municipality of Darién Valle del Cauca. A bibliographic search of studies was carried out thereafter identifying environmental stressors in action. The perception from the community regarding the degree of affection to the quality of the water were obtained, implementing a survey, interviews, and the problem tree system as an evaluation instrument. Highlighting the regular state of the water used by the administrators of the place and the poor quality of water used by the tourists. Both population groups determined that the main contaminating factor was solid waste. The results of the physicochemical and microbiological data found in published works were analyzed, considering those obtained by the environmental authority "CVC" of the department of Valle del Cauca. Case in which, adequate general values were obtained within the criteria established by "ICA, Brown's Water

Quality Index" and in accordance with current Colombian regulations for each individual variable, Decree 1575 of 2007 and Resolution 2115 of 2007. Highlighting the good results in variables such as Fecal coliforms, Biochemical Oxygen Demand, Total Solids, pH, Turbidity. The non-existence of Cyanide, Arsenic, Lead or Mercury is highlighted. Without ruling out a small increase over time in Nitrates and Phosphates, which must be taken into account in the future to reduce the progress of water pollution. The results obtained in the perceptions and the physicochemical and microbiological data were contrasted to establish conclusions. Finally, educational strategies of awareness and articulation of action plans were proposed to tourism administrators and inhabitants of the region such as; regular monitoring of water quality at critical points of high tourist influx, piers, residential areas or water sources that drain into the lake, provision of sanitary batteries, septic tanks, inspection of the PETAR, reduction of chemical fertilizers in agriculture, reduction of deforestation, greater control of solid waste, creation of an association. Namely in order to mitigate some of the environmental problems found in the reservoir, contributing to the improvement of water quality. It is concluded that there are low levels of water contamination, according to the ICA methodology, a value of 86,4 was determined corresponding to a degree of interpretation of Good Quality water, suitable for recreational practices, but it highlights the importance of reinforcing strategies for reducing the damage, preventing the deterioration of the water resource and preserving it for future generations.

**Keywords:** Biodiversity; goods and services; ambient; reservoir; educational strategy.

## Introducción

El represamiento de agua en los ríos mediante la construcción de embalses se convirtió desde hace décadas en una estrategia de generación de energía eléctrica (Ortiz, 2011). Para el caso puntual de esta investigación se toma como epicentro el embalse Calima-Darién, ubicado en el departamento del Valle del Cauca (Orejuela,

2015). Administrado actualmente por la empresa de energía Celsia y controlado ambientalmente por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Este embalse es el tercero en producción de energía en el departamento después de Anchicayá y Salvajina.

Las condiciones iniciales de los embalses en Colombia en cuanto a la producción de energía se modificaron en cierta medida. La razón principal es que se levantaron con el tiempo grandes zonas urbanas alrededor de los mismos (Corredor, 2016). Llevando un fortalecimiento de la economía por la gran afluencia de gente. Lo que a su vez trajo impactos de carácter ambiental como lo ocurrido en Guatapé departamento de Antioquia o El Prado en Tolima. Presentando niveles de contaminación respaldados por estudios de la autoridad ambiental de la región y empresas privadas, destacándose los Nitratos, Fosfatos o Coliformes Fecales (Sierra, 2011). De tal manera, que se hace relevante el realizar estudios que garanticen un monitoreo constante del impacto ambiental y de la calidad del agua de estos.

Para el caso puntual de esta investigación el embalse Calima, Darién se convirtió en un atractivo turístico en el Valle del cauca, instalándose hoteles, centros recreacionales y parcelaciones (Alonso, 2015). Como resultado comenzaron los problemas ambientales que paulatinamente trajeron consigo repercusiones negativas para la biodiversidad, la cultura, la sociedad y la economía en el municipio de Calima – Darién (Cárdenas, 2018). Las comunidades de la zona no están suficientemente preparadas para asumir la influencia del turismo a gran escala (Palacio et al., 2007). Igualmente, desconocen principios básicos de conservación del ambiente en sus actividades industriales o domésticas (Arboleda, 2008). Por lo tanto, se requiere la identificación de todos aquellos problemas que están dañando el ambiente de la zona, concretamente la calidad del agua del embalse (Joslina, 2018). Generar una cultura de conservación que respete el territorio se hace prioritario, de lo contrario puede llegar a presentarse una crisis social y un deterioro irreversible del medio natural como lo expresa (Cabadía et al., 2019).

Según el monitoreo constante realizado por la autoridad ambiental del Valle del Cauca “CVC”, el sector está alterando progresivamente los recursos naturales con la gran oferta de servicios a turistas y foráneos, sin tener consideración con los mismos (CLOPAD, 2011). La siembra constante y el cultivo para vender a exteriores pueden acabar los terrenos fértiles y generará escasez; de esa manera se acelera todo proceso de erosión. Afectaciones que ocurren en varias cotas altitudinales alrededor del embalse. Igualmente, la vida útil de la represa se acorta debido al depósito de sedimento (Jaramillo, 2015).

En la Vereda El Diamante del sector Calima – Darién se evidencian problemas con la planta de tratamiento de aguas residuales rurales, entre las que destaca el enmalezamiento (Contraloría departamental del Valle del Cauca, 2005). Esta situación genera vertimiento directo a las quebradas de dichas aguas, lo que conlleva un grave impacto sobre la salud de los moradores y el ambiente; Por lo tanto, el agua del embalse se viene deteriorando lentamente (Acosta y Silva, 2016). Se pueden observar las aguas residuales de las viviendas que caen directamente a las fuentes de agua (Zapata, 2016). En ocasiones se presentan problemas en la disposición final de los residuos sólidos en el municipio de Darién. Así mismo, se observó una considerable pobreza vegetal y arbustiva en las áreas adyacentes al embalse por la creciente intervención humana, ya no existen corredores naturales que permitan el movimiento de las pocas especies terrestres que aún se encuentran en la zona (Loaiza, 2016). Así mismo, los embalses contribuyen entre un 4% y 12% de las emisiones globales de origen antrópico de  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$  (metano) respectivamente (Bastviken et al., 2004). Adicional a esto, se debe tener en cuenta que inicialmente el área sumergida estaba compuesta por bosque húmedo tropical. Toda esta masa vegetal actualmente se descompone incrementando los gases de efecto invernadero (Manrique, 2010).

Actualmente, las aguas del embalse Calima presentan un grado leve de contaminación orgánica (Gualdrón, 2016), con altos niveles de bacterias coliformes en ciertas épocas del año, principalmente por la zona de las entradas 4 y 5, cola del embalse, Jiguales y Puente Tierra,

ocasionado por la actividad antrópica en estos sectores y por la carga que entrega el río Calima (Loaiza, 2016). La tendencia de algunos de los contaminantes químicos con los años fue disminuyendo, otros se han mantenido constantes (Castro, 2014). Aunque en términos generales en unos porcentajes bajos, permitiendo las actividades recreativas, sin graves consecuencias para la salud de los pobladores, sin desconocer los casos particulares mencionados en las entradas de libre acceso, requiriendo un pronto manejo para evitar que el problema crezca con el tiempo (Alcaldía Municipal de Restrepo, 2010).

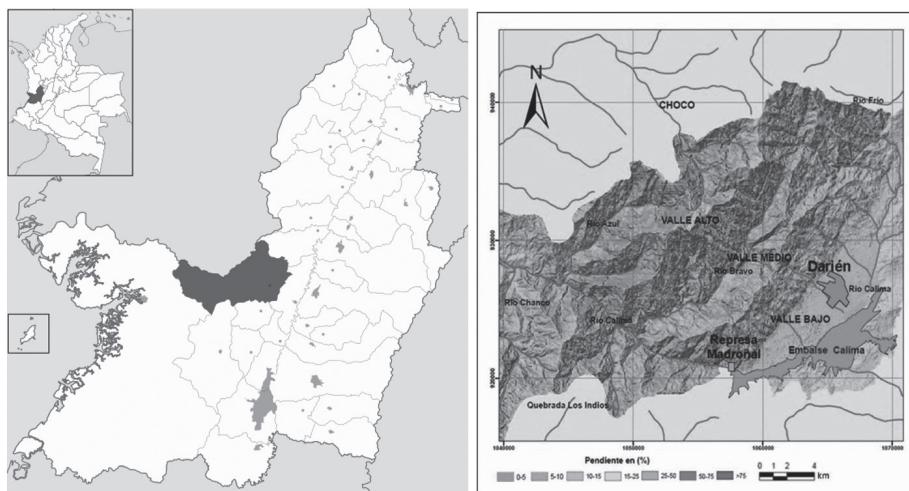
Algunos autores entre los que se destaca Corredor et al. (2016) y Cabadía et al. (2019), se han pronunciado sobre los tensores que afectan al lago, resaltando la necesidad de cuidar el sector Calima Darién, minimizando o eliminando los factores contaminantes que afectan la calidad del agua del embalse, y así generar un turismo sostenible. El presente estudio tuvo como objetivo analizar los problemas ambientales relacionados con la calidad del agua del embalse Calima del municipio de Darién Valle del Cauca.

## **Materiales y Métodos**

Para dar respuesta a los objetivos planteados se caracterizaron los problemas según los estudios realizados y las percepciones de la comunidad frente a los factores que contribuyen a la contaminación (Márquez, 2014). Se analizaron resultados de estudios fisicoquímicos y microbiológicos, contrastando los resultados con las percepciones obtenidas y realizando las respectivas conclusiones. Finalmente, se propusieron estrategias educativas a los administradores turísticos de unos sectores puntuales del embalse, con el fin de minimizar la contaminación del agua (IPCC, 2007). En la figura 1 y 2, se muestra la ubicación geográfica del embalse Calima Darién en Colombia. Lugar donde se desarrolló el proyecto de investigación.

**Figura 1.**

Ubicación Municipio de Darién – Valle del Cauca en Colombia.



Fuente: Pérez et al., (2014)

**Figura 2.**

Ubicación entrada 4 y 5 en el Lago Calima.



Fuente: Modificado de Municipio de Calima (2022)

**Tabla 1.**

Generalidades embalse Calima.

Ubicación	Darién, Valle del Cauca
Coordenadas	3°55'52"N 76°29'11"O
Área	70 km
Altitud	1500 metros
País	Colombia
Distancia desde Cali	98,4 km
Año funcionamiento	1966
Superficie	19,34 kilómetros cuadrados
Capacidad	581 millones de metros cúbicos de agua

Esta investigación tuvo como método de análisis tipo mixto, ya que describe, analiza y comprende mediante el estudio de una problemática que el común denominador cumple de forma parcial con respecto a una normativa nacional sobre conservación del medio ambiente. Según lo dispuesto por la Constitución Política de Colombia (1991, Art. 8).

El aspecto cualitativo de la investigación tiene un carácter interpretativo catalogándose de acción participación. El cual produce conocimiento. Se sistematizó las experiencias con el propósito de cambiar una situación social como necesidad, mediante un proceso investigativo (Lerma, 2016).

En orden cronológico se abordó de la siguiente manera;

1. Búsqueda bibliográfica de estudios ambientales donde se resaltan los tensores territoriales que afectan al embalse, como lo resalta Palau y Alonso (2008).

2. Visita al sector Calima Darién con el objetivo de realizar observación e identificación de tensores territoriales que afectan la calidad del agua del embalse como lo estipula el informe de Quijano et al. (2013).
3. Visita a la Alcaldía de Darién, Policía, Asociaciones, Agrupaciones y Clubes deportivos de la región (Ley 165, 1994). Con el propósito de identificar el grado de participación y pertenencia en el cuidado del embalse.
4. Aplicación del instrumento “Entrevista” semi estructurada, a toda la población de administradores turísticos de la entrada 4 y 5 en el lago Calima (30 personas). En cuyo caso se abordaron tres ejes temáticos; conocimiento del tema mediante 4 preguntas, acciones frente a la reducción de la contaminación con 6 preguntas y participación municipal en la reducción de la contaminación compuesta de 3 preguntas, todas fueron abiertas. El objetivo de dicho instrumento fue medir las percepciones frente a la contaminación del agua del embalse, al igual que las estrategias de mitigación. Para el desarrollo de este punto se tuvo como referencia; Lineamientos para el diseño e implementación de mediciones de percepción y expectativas ciudadanas / Departamento nacional de Planeación 2015.

**Tabla 2.**

Entrevista para administradores turísticos. Estructura con los 4 temas desarrollados.

Entrevista para Administradores
ENTRADA 4 Y 5 LAGO CALIMA
ESTRUCTURA MODULOS
Presentación
Conocimiento del tema
Acciones frente a la reducción de la contaminación
Conocimiento de participación municipal o de grupos

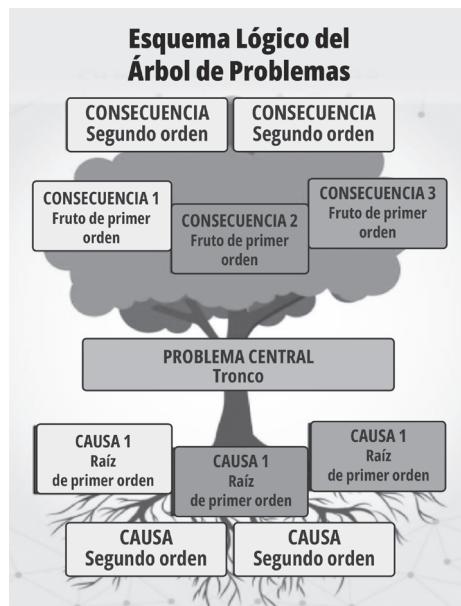
En el anexo 1 se muestra el formato completo de la entrevista con las correspondientes preguntas.

5. Aplicación del árbol de problemas a los administradores turísticos.

Con esta herramienta se refuerza el entendimiento sobre la percepción que tienen los administradores turísticos, con respecto a los factores que contribuyen en la contaminación del agua del lago (Giordano, 2014). Es una técnica participativa que busca definir causas y efectos. El problema más importante lo constituye el tronco, las raíces son sus causas y las consecuencias los frutos. Como referencia bibliográfica en la aplicación del árbol de problemas se destaca: Guía para la identificación de experiencias en participación social por parte de las entidades territoriales, del Ministerio de Salud y Protección Social (2019).

**Figura 3.**

Esquematización del árbol de problemas desarrollado con los administradores turísticos.



Fuente: CISE / Centro de Investigaciones y Servicios Educativos.

<http://www.cise.espol.edu.ec>

## **Tensores Territoriales**

Aplicación del taller de identificación de tensores territoriales: se seleccionaron 4 factores muy mencionados en las referencias bibliográficas, en las percepciones y en los resultados del árbol de problemas. Los cuales fueron sometidos a juicio por parte de los administradores turísticos. El objetivo fue priorizar desde el más significativo o dañino para el medio hasta el menos nocivo. Al final se llegó a un consenso (WETLANDS, 2017). Se toma como referencia el artículo de investigación; Metodología de análisis de las dinámicas, cambios y transformaciones territoriales que se presentan en los paisajes de influencia de un proyecto de desarrollo lineal, liderados por investigadores de la Universidad de San Buenaventura y la Universidad Nacional de Colombia (2018).

## **Aspectos Cuantitativos**

Se aplicó un segundo instrumento; una encuesta a turísticas que frecuentan el lago. Compuesta por cinco preguntas de selección múltiple. En la primera pregunta se indagó sobre el grado percepción de la calidad del agua. En la segunda sobre la responsabilidad que genera el turismo. En la tercera sobre el compromiso de los administradores. En la cuarta sobre el compromiso propio para cuidar el lago. Finalmente, la quinta sobre si se considera necesario tomar medidas de conservación. Consultar el anexo 2 que contiene la encuesta.

La población en la que se planteó aplicar el instrumento estuvo compuesta aproximadamente de 300 personas, con un margen de error del 5%, un nivel de confianza del 95% y una muestra de 169 personas. Del total de la muestra accedieron de manera voluntaria 80 personas. El criterio de selección fue aleatorio, teniendo presente que el instrumento solo se aplicó en personas adultas.

El muestreo y los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el lago Calima fueron realizados por la autoridad ambiental (CVC) –

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Históricamente, sus estudios comprendieron el periodo 1996 – 2019. En cuyo caso se realizaron muestreos en puntos específicos del embalse, destacándose la cola (desembocadura río Calima), el centro y la cabeza (Muro de contención) a nivel superficial y a diferentes profundidades. Cada plantilla de muestreo tiene un responsable “funcionario de la CVC” y unas coordenadas geográficas del punto exacto donde fue obtenida, además de la hora y fecha efectuada. Las concentraciones fueron analizadas en el laboratorio de la Corporación Autónoma Regional del Valle. Los resultados numéricos fueron compartidos por parte de un representante de la autoridad ambiental para el desarrollo de este proyecto de investigación. Dichos resultados no tenían interpretación. De tal manera, que fue necesario analizarlos para obtener las conclusiones correspondientes. Se aplicaron los criterios establecidos históricamente por Brown et al. (1970), Corredor (2016) y el Decreto 1577 (2007) entre otros. Igualmente, se tuvieron en cuenta algunos estudios realizados a una escala menor (Osorio, 2015).

Figura 4.

Esquema de los puntos de muestreo correspondientes a cabeza, centro y cola.



Fuente: Google Earth

Se tuvo en cuenta el índice de calidad del agua propuesta por Brown et al. (1970). En cuyo caso se evaluaban 9 parámetros básicos. Los parámetros vinculados en esta investigación son más extensos y completos. Esto permitió una mejor comprensión del estado del agua, como lo argumenta Quiroz (2017).

**Tabla 3.**

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos iniciales vinculados en la investigación.

Variables	
Coliformes Fecales	NMP/100 ML
pH (Campo)	Unidades
Demandra Bioquímica de Oxígeno	DBO5 en mg/L
Nitratos	NO3 en mg/L
Fosfatos	PO4 en mg/L
Temperatura	°C
Turbidez	UNT
Sólidos disueltos totales	mg/L
Oxígeno disuelto	mg O2/l
Sólidos totales	mg ST /l
Sólidos suspendidos totales	mg SST/l
Demandra Química de Oxígeno	mg O2/l
Nitrógeno Total	mg N- Total/l
Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH3/l
Amonio	mg NH4+/l
Fosforo Total	mg PO4-3/l
Coliformes Totales	NMP /100 ml

Cada parámetro fue evaluado individualmente y en conjunto. Como marco de referencia o de validación para el estudio se tuvo en cuenta la tabla de clasificación establecida por el ICA (Gualdrón, 2016), que

determina condiciones para los cuerpos de agua con una clasificación de calidad *excelente, buena, regular, mala o pésima*. Dichos valores están expresados en porcentaje y tiene un rango entre 0 y 100% (Tambo, 2015) (Anexo 3).

Así mismo, el estudio fue complementado con el análisis de existencia de la presencia de *Escherichia coli*, Por el contrario, no se evidenciaron cifras de metales pesados como Plomo, Arsénico, Mercurio y de un compuesto como el Cianuro - CN (Garzón y Perdomo, 2020).

Las características de cada variable evaluada fueron:

- i. **Coliformes Fecales:** Este organismo es un grupo de bacterias representado por las familias de las enterobacterias, resaltando aeróbicas y anaeróbicas facultativas. El mayor exponente es la bacteria *Escherichia coli*, el cual crece fácilmente a elevada temperatura (González, 2012).
- ii. **Demandia Bioquímica de oxígeno:** es indicativo de carga polucionar que generan los desechos industriales y domésticos de índole orgánico al descargarse en corrientes de agua con condiciones aeróbicas. Determinándose a los 5 días y mediante ecuaciones se extrapolan los resultados a los 20 días (Letterman, 2002).
- iii. **Sólidos Totales:** estos indican la presencia de sales disueltas, son partículas en suspensión de carácter orgánico e inorgánico. Se pueden generar relaciones con parámetros como DBO y DQO, permitiendo mejores resultados (Gualdrón, 2016).
- iv. **Oxígeno Disuelto:** indicativo de la cantidad de oxígeno disponible en el agua. Permite relacionarlo con la contaminación en el agua. Así mismo, del soporte para el crecimiento y reproducción vegetal y animal. Varía dependiendo de la temperatura, las corrientes, iluminación (Castro, 2004). Niveles bajos de oxígeno se presentan en agua con altas temperaturas, existencia de algas o desechos humanos y animales. Por el contrario, en aguas turbulentas y claras se presentan altos niveles.

- v. **pH:** indicativo del grado de acidez, basicidad y alcalinidad. Puede generar alteraciones en la flora y fauna acuática. Así mismo, puede alterar la toxicidad de algunos compuestos como; metales pesados o amoniaco, entre otros (Dukatz, 2007). El Decreto 1575 de 2007 establece un valor de referencia entre 6,5 y 9,0.
- vi. **Nitratos:** en su estado natural y equilibrado este parámetro indica la descomposición de la materia orgánica, animal o vegetal (Baddi, 2005). Por el contrario, las actividades humanas como el uso de los fertilizantes artificiales o los excrementos de los animales alteran las concentraciones en los ecosistemas, generando impactos negativos.
- vii. **Fosfatos:** este parámetro contribuye al proceso de eutrofización. Producido por el exceso de nutrientes en el agua, muy relacionado con los utilizados en cultivos o por los detergentes sintéticos vertidos en los cuerpos de agua (Guevara, 2014).
- viii. **Temperatura:** esta variable es muy significativa en los cuerpos de agua, sirve como un indicativo de estabilidad ecológica. Cuando varía la temperatura puede generar cambios en la flora y la fauna presente. Puede elevar el potencial tóxico de las sustancias que se encuentran disueltas en el agua (Roldán, 2003). Para esta variable Sierra (2011) plantea un rango  $<35^{\circ}\text{C}$ .
- ix. **Turbidez:** es el grado de opacidad del agua por la presencia de material particulado. La transparencia del agua la determina la concentración de sustancias que limitan el paso de luz (Paukert, 2003).
- x. **Demanda química de oxígeno:** determina en una muestra de agua la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica, bajo condiciones específicas de tiempo, temperatura y de un agente oxidante (Murtinho, 2013). Con respecto al límite, Sierra (2011) plantea un límite de 75 mg/l.
- xi. **Coliformes totales:** se utilizan para identificar posibles cambios con respecto a la contaminación por materia orgánica de origen fecal, tanto animal como humana (Meyer, 2007). El Decreto

1575 de 2007 establece 0 UFC para el agua potable de consumo humano. Sierra (2011) plantea un valor de 450 UFC para sistemas lenticos y loticos.

### **Datos Fisicoquímicos Versus Contraste de Percepciones**

Una vez aplicados y analizados las respuestas de los dos instrumentos (Entrevista – Encuesta), se contrastaron los resultados *versus* los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos para establecer las conclusiones y recomendaciones (DNP, 2015).

### **Reunión con los Administradores Turísticos**

Con las conclusiones y recomendaciones planteadas se realizó la última visita al sector Calima Darién, con el propósito de desarrollar la correspondiente capacitación en Educación Ambiental. En cuyo caso se impartieron recomendaciones y estrategias para minimizar el impacto ambiental que generan las actividades turísticas (Segura, 2007). Logrando sensibilizar a un gremio para adelantar acciones que multipliquen la información que conserve el territorio. Se recalca como referencia bibliográfica; Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Se realizó reunión con los administradores del sector turístico, entrada 4 y 5. Igualmente, participaron algunos invitados de otros sectores del lago Calima, habitantes de la región y propietarios de predios. El orden del día tuvo en primera instancia el compartir de forma clara los resultados fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos, al igual que los resultados a partir de las evaluaciones en la percepción de los entrevistados y encuestados. En segunda instancia, se procedió a difundir una serie de recomendaciones que permitan contribuir al mejoramiento de la calidad del agua.

## Resultados y Discusión

Con respecto al desarrollo del primer objetivo específico que cita “Caracterizar los problemas ambientales que afectan la calidad del agua del embalse” se obtienen los siguientes resultados:

### Según Estudios Realizados

Las actividades agrícolas y agropecuarias en la zona usan químicos en los cultivos ubicados en las riberas de las microcuencas los cuales drena a los ríos Calima y Bravo contaminantes al agua. El problema se presenta debido al escurrimiento o infiltración (Cabadía et al., 2019). Se depositan Nitratos y fosfatos en el embalse, generando consecuencias negativas a largo plazo (Samboni, 2007). El aporte de nutrientes se presenta en la parte media y alta de las montañas que rodean el embalse.

Por otra parte, los detergentes derivados del lavado de vehículos en la rivera del río Calima contamina las fuentes hídricas que drenan al lago. Principalmente los fines de semana. Como lo expuso Acosta y Silva (2016).

La contaminación derivada de heces fecales, producida por el no uso de baterías sanitarias conlleva a la introducción de microbios y patógenos a las fuentes hídricas. Como lo argumenta Alonso (2015). Condición muy frecuente en las entradas de libre acceso, debido principalmente a una inadecuada administración que no permite tener disponibles los baños. Por lo tanto, algunos turistas depositan sus heces directamente al lago (Ocampo, 2018). Esta condición se agrava por el ganado y los caballos que pastorean cerca de las fuentes de agua.

Por su parte, la descarga de aguas sin tratar, derivados por problemas con la planta de tratamiento de aguas residuales rurales. Esta situación genera vertimiento directo a las quebradas, lo que conlleva un grave impacto sobre la salud de los moradores y el ambiente. Así

mismo, se observan aguas residuales de algunas viviendas que caen directamente a las fuentes de agua (Zapata, 2016).

El inadecuado uso de combustibles y aceites para la navegación trajo problemas de contaminación del agua del lago desde su apertura. Como lo argumenta Gualdrón (2016). El turismo sin una coordinación que estableciera unas normas de comportamiento claras trajo al sector Calima Darién problemas de contaminación, por la introducción de desechos sólidos al agua del lago (ECOE, 2019). Desde la construcción y llenado del embalse se viene intensificando la construcción a gran escala. Aunque el proceso no implica una contaminación directa del agua sí incrementa la probabilidad de que dichas construcciones no cuenten con pozos sépticos o alcantarillado, aumentando el riesgo de vertimientos de aguas sin tratar a las fuentes hídricas (Bieco, 2015).

La deforestación en el sector como relación que tiene como tensor territorial está relacionada a la destrucción del bosque primario. Situación que incrementa los gases de efecto invernadero, además de que amplia los terrenos disponibles para la ganadería y a su vez para la construcción desmesurada. Condición que debería ser controlada como lo argumenta históricamente el Decreto 622 desde el año 1977, el cual hace referencia a la zonificación de áreas protegidas y su correspondiente protección. Las quemas que se presentan en la zona como tensor territorial está relacionado con el deseo de tener tierras disponibles. Convirtiéndose en una segunda estrategia además del corte para la eliminación de materia orgánica. Incrementando los gases de efecto invernadero. Desde el año 1974 a través del Decreto Ley 2811 se estipulo el Código Nacional de Recursos Naturales que exige la protección del medio ambiente, desafortunadamente se cumple parcialmente.

Se evidencia una total falta de conciencia en los habitantes de la región. Algunos autores justifican esto como uno de los principales problemas en el daño ambiental, como lo argumenta Fearnside (2002). Se hace evidente la falta de conciencia en la conservación del ambiente de la región, predisponiendo a las personas a la ejecución

de acciones o comportamientos dañinos para el ecosistema acuático. A continuación, se presenta un esquema radial divergente con tensores territoriales, en el cual se ubica la falta de conciencia como punto central de los problemas que afectan al lago. De este se desprenden acciones perjudiciales como; descargas de aguas servidas sin tratar, deforestación por exceso de urbanización, mala utilización de combustible y aceites para embarcaciones y el uso excesivo de fertilizantes en la agricultura.

**Figura 5.**

Resumen con un esquema “Radial Divergente” de tensores territoriales que afectan la calidad del agua del lago Calima.



Fuente: elaboración propia

La falta de conciencia y pertenencia se considera el factor predisponente para desarrollo de los demás tensores territoriales.

Cerrando la búsqueda bibliográfica se resaltan los siguientes resultados destacados por algunos autores, desde la perspectiva fisicoquímica y microbiológica:

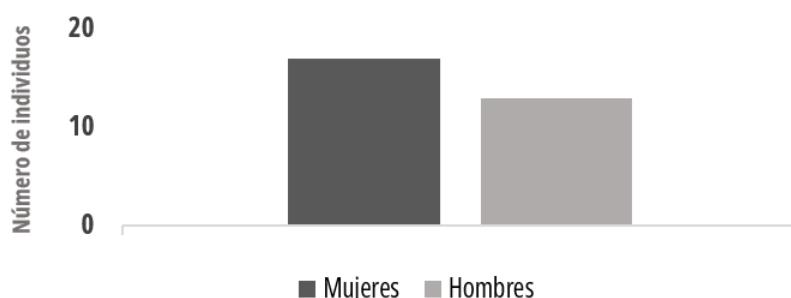
1. Cárdenas (2018) resalta en su informe la existencia de concentraciones de Coliformes Fecales en el agua del lago. Principalmente por la introducción de materia fecal de mamíferos, debido la escorrentía y agua cruda sin tratar.
2. Castro et al. (2014) menciona en su artículo el aporte de Nitratos y Fosfatos producto del uso de fertilizantes y provenientes de cultivos a las fuentes de agua.
3. Garzón y Perdomo (2020) argumenta que en análisis fisicoquímicos del agua del embalse se identifican valores por fuera de los estándares normales de sólidos disueltos, al igual que alteraciones en el nivel de oxígeno. Estos cambios están sustentados en la existencia de cierto grado de eutrofización al igual que material particulado.

### **Información Sociodemográfica de la Entrevista Realizada**

Para la selección sociodemográfica de los entrevistados se tuvieron en cuenta las recomendaciones de la Guía Metodológica, Colombia (2013):

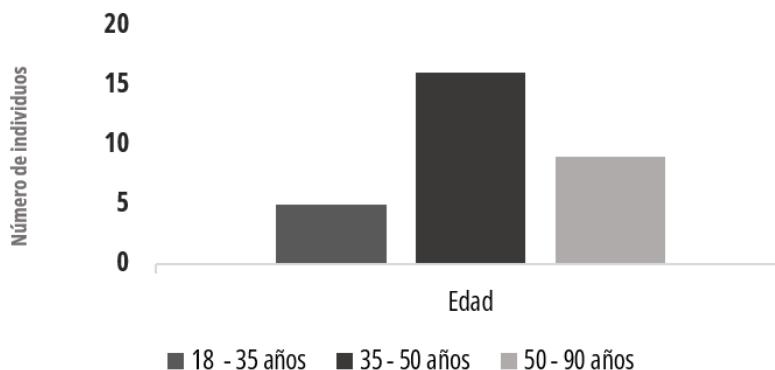
**Figura 6.**

Información sociodemográfica del género de los administradores entrevistados.



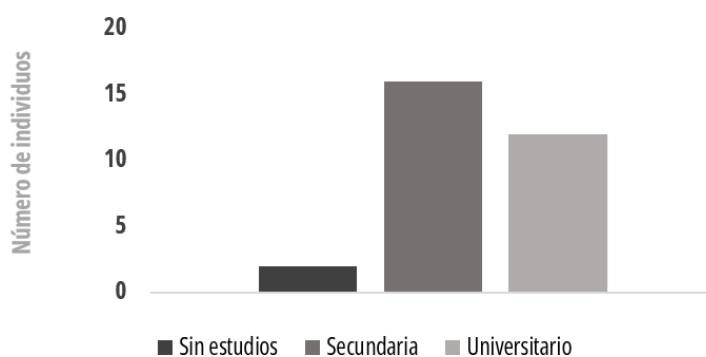
**Figura 7.**

Información sociodemográfica de las edades de los administradores entrevistados.



**Figura 8.**

Información sociodemográfica del nivel de escolaridad de los entrevistados.



El mayor porcentaje fueron mujeres las que respondieron la entrevista. Las edades con mayor prevalencia estaban comprendidas entre los 35 y 50 años. Gran parte de la población a la que se le aplico el instrumento presentaba un grado de escolaridad.

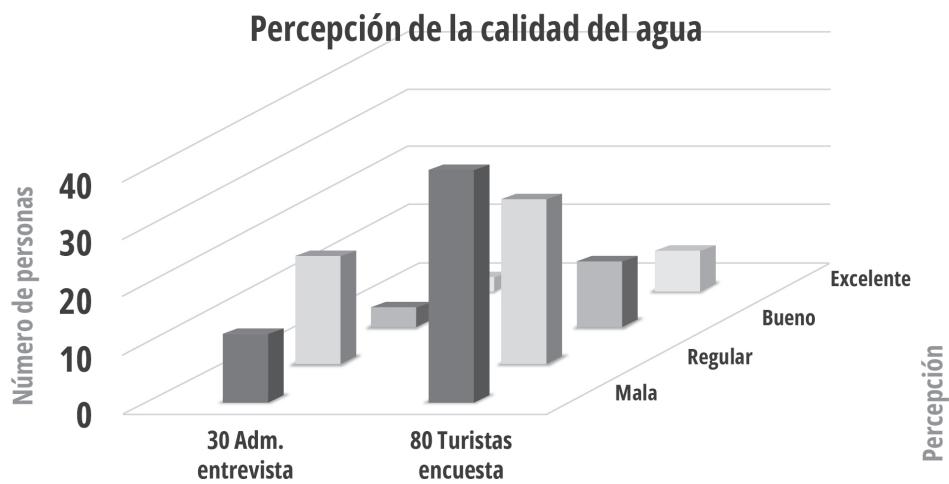
## Percepción de la Comunidad

A continuación, se presentan los resultados basados en la percepción de administradores turísticos y turistas que visitan la región. En cuyo caso se aplicó el instrumento “entrevista y encuesta”.

Los criterios de clasificación subjetivos en cuanto a la calidad del agua del lago se definieron como; mala, regular, buena, excelente. Cada participante tuvo libertad en cuanto a la selección del criterio que consideró adecuado. Se toma como referencia lo expuesto por: Rojas et al. (2017).

**Figura 9.**

Resultado de la entrevista y la encuesta aplicada a los administradores y turistas sobre la calidad del agua.



Fuente: elaboración propia

**Tabla 5.**

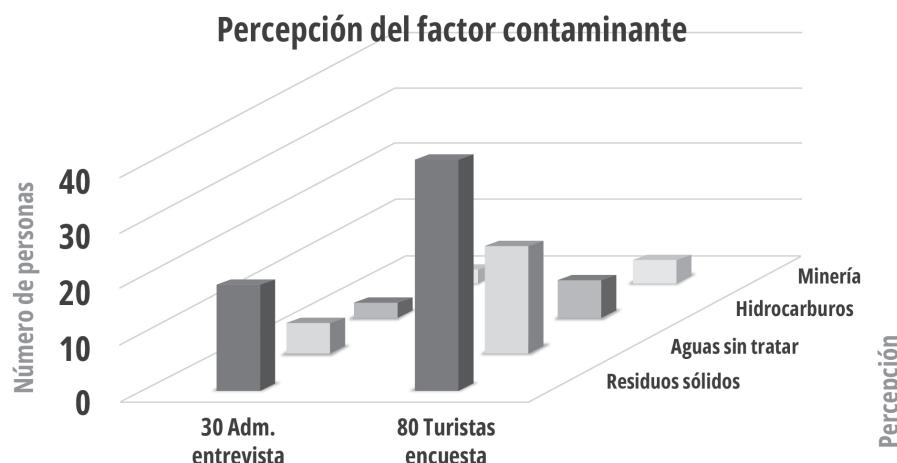
Resumen estadístico de los resultados.

Porcentajes de Percepción de la Contaminación del Agua			
	Administradores	Turistas	
33,3%	Mala	47,5%	Mala
56,6%	Regular	33,7%	Regular
6,6%	Buena	12,5%	Buena
3,3%	Excelente	6,25%	Excelente

En términos de porcentaje la percepción fluctúa entre una mala y regular calidad del agua del lago Calima.

**Figura 10.**

Resultado de la entrevista y la encuesta aplicada a los administradores y turistas sobre el principal factor contaminante.



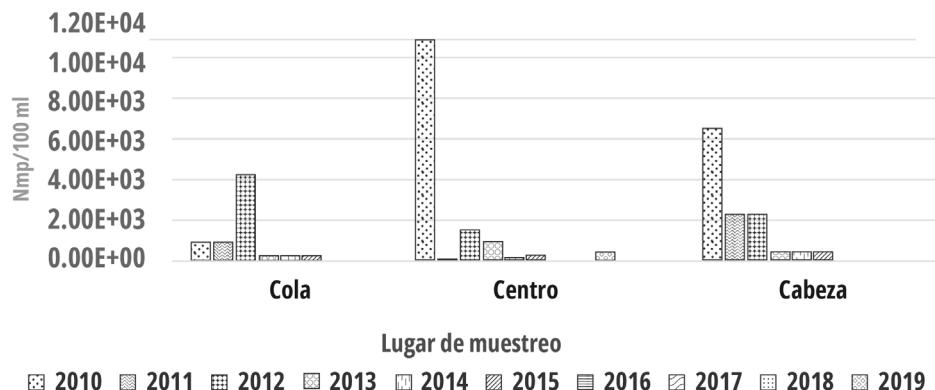
**Tabla 6.**

Resumen estadístico de los resultados.

Porcentajes de Percepción del Factor Contaminante			
Administradores		Turistas	
70%	Residuos sólidos	60%	Residuos sólidos
16,6%	Aguas sin tratar	27,5%	Aguas sin tratar
6,6%	Hidrocarburos	8,7%	Hidrocarburos
6,6%	Minería	3,7%	Minería

**Figura 11.**

Resultado comparativo de Coliformes Fecales tomados en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.

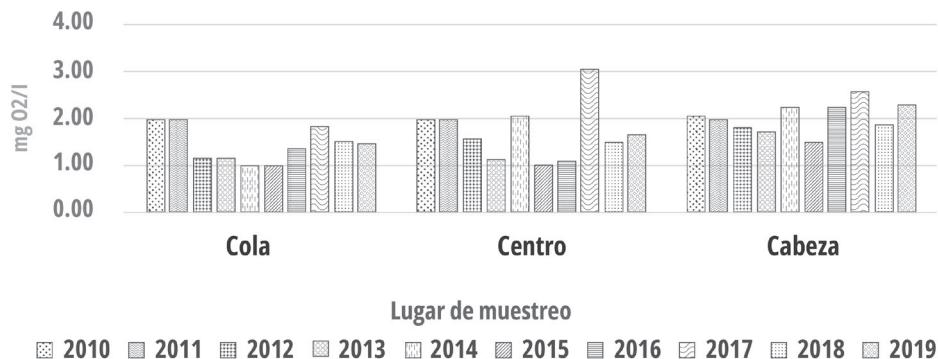


En términos de porcentaje, los residuos sólidos representan el factor más contaminante en el agua del lago. En el caso de los resultados obtenidos en los 10 años de estudio, se resalta su disminución hasta prácticamente desaparecer. Hay unos casos atípicos representados por las barras azules, que probablemente se deben a una mala técnica de muestreo. De tal forma, que en lo que respecta a la calidad del agua con relación a esta variable, esta mejoró sustancialmente. El Decreto 1575 de 2007 establece un valor de 0 UFC cuando se trata de agua potable para consumo humano, pero este no es el caso. Para uso recreativo, Sierra (2011) sugiere 10 UFC. Lo que significa que sí es apta

para actividades de esparcimiento. Mejor aun cuando desaparece (Ramos, 2008).

**Figura 12.**

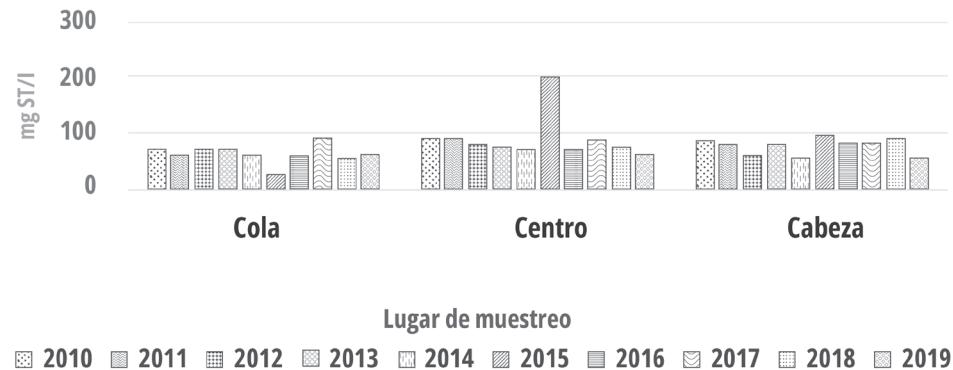
Resultado comparativo de la Demanda Bioquímica de Oxígeno tomados en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



En el caso de los resultados obtenidos en los 10 años de estudio, se resalta su permanencia dentro de unos valores adecuados. Sierra (2011) sugiere un valor máximo de 5 mg/l. La tendencia en el tiempo se encuentra en un orden de 2 mg/l. El caso atípico más alto registra lo 3 mg/l. En conclusión, los valores hallados son adecuados.

**Figura 13.**

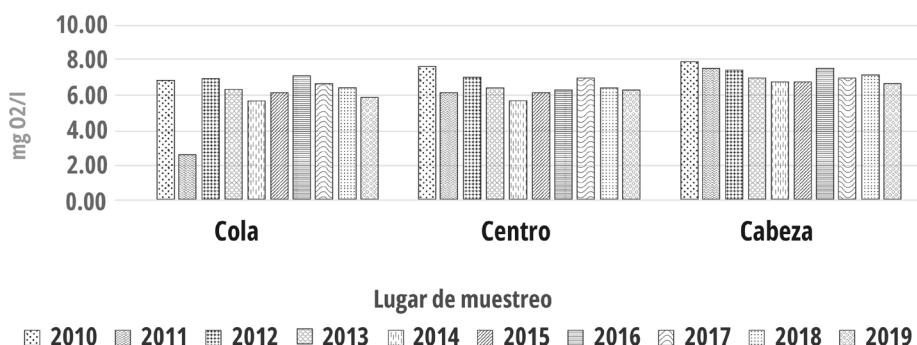
Resultado comparativo de **Sólidos Totales** tomados en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



En el caso de los resultados obtenidos en los 10 años de estudio, se resalta su permanencia por debajo de los niveles sugeridos por Sierra (2011). Hay un caso atípico en el centro del lago. Probablemente, sea consecuencia de un mal muestreo o análisis. De tal manera que no representa preocupación.

**Figura 14.**

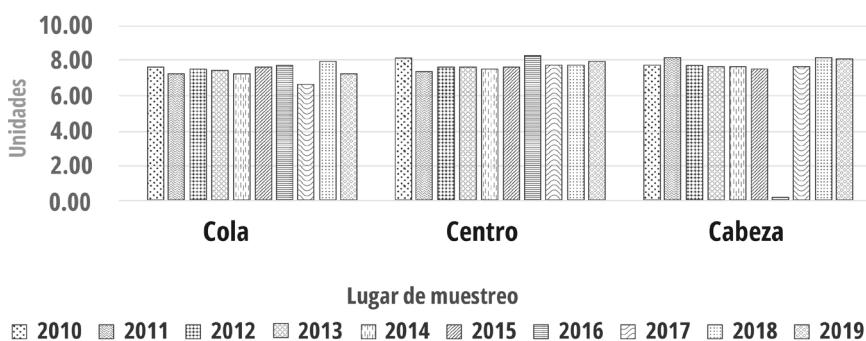
Resultado comparativo de Oxígeno Disuelto tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



En el caso de los resultados históricos obtenidos, los valores se encuentran entre los 6 y 7,5 mg /l. Esto representa un valor adecuado propio de un lago de características léticas. Sierra (2011) sugiere un valor  $>4,0$  mg/l.

**Figura 15.**

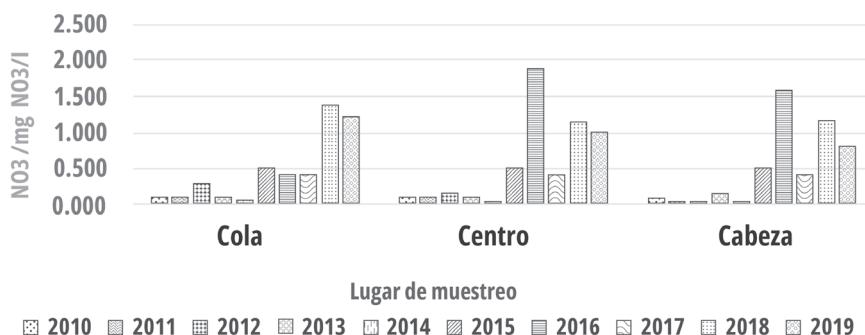
Resultado comparativo del pH tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



La tendencia histórica de los resultados del lago indica un rango entre las 7 y 8 unidades. Esto significa que el agua del lago tiene unas características alcalinas.

**Figura 16.**

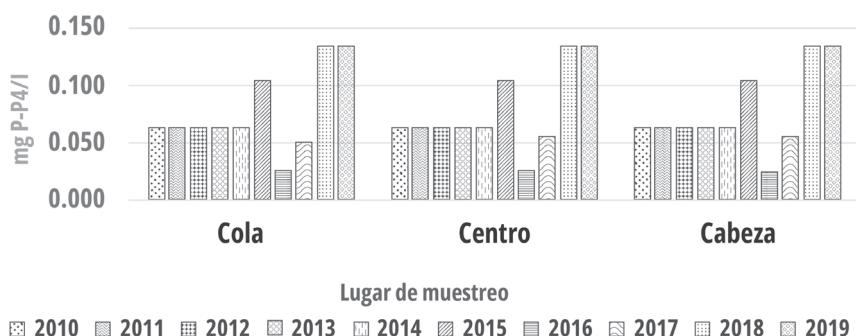
Resultado comparativo de Nitratos tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



Con respecto a los resultados obtenidos en los análisis de 10 años, se observa un aumento gradual en los 3 puntos monitoreados. El Decreto 1575 de 2007 sugiere un límite de 10 mg /l. Los resultados hallados están por debajo de ese valor. De todas formas, debe considerarse la aplicación de estrategias para que los valores no continúen aumentando con el tiempo (Heim, 2007).

**Figura 17.**

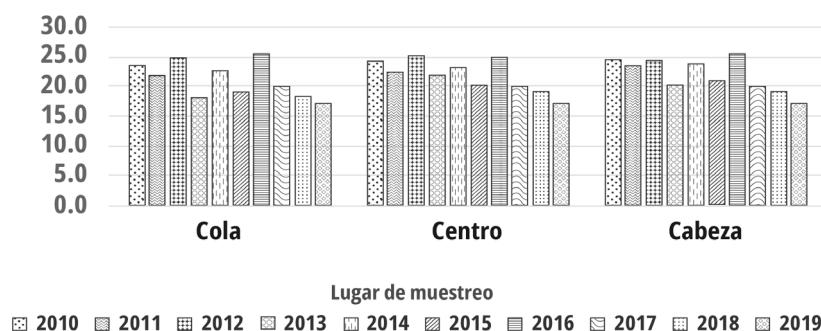
Resultado comparativo de Fosfatos tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



Con respecto a los resultados obtenidos por parte de la autoridad ambiental, se observa un aumento gradual. El decreto 1575 de 2007 sugiere un límite de 0,5 mg/l. En el caso puntual de los resultados se observan valores por debajo del límite sugerido. Por consiguiente y debido al aumento, se hace necesario generar estrategias que minimicen la concentración en el agua.

**Figura 18.**

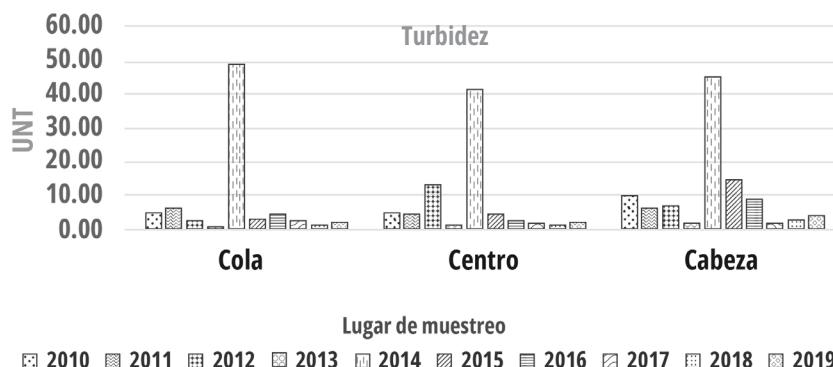
Resultado comparativo de Temperatura tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



Los registros históricos en el lago muestran variaciones entre los 22 °C y 25 °C. Una variación de temperatura idónea para las condiciones propias de altitud en el lago Calima.

**Figura 19.**

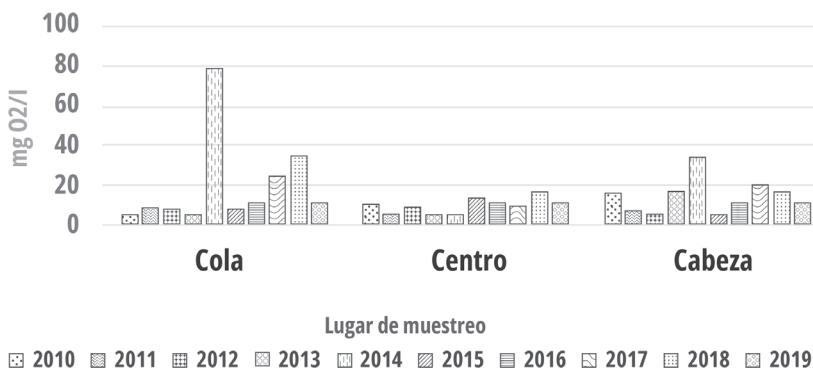
Resultado comparativo de Turbidez tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



Los niveles históricos se mantuvieron por debajo de los <10 UNT. Se observan tres resultados atípicos en los lugares de muestreo, probablemente por una mala técnica. De tal manera, que en términos generales los resultados están acordes a las características del lugar.

**Figura 20.**

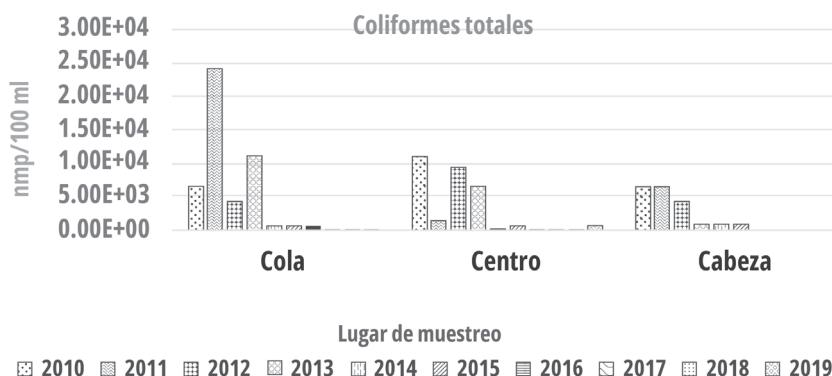
Resultado comparativo de Demanda Química de Oxígeno tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



Los resultados históricos se encuentran por debajo de los 35 mg/l. Hay un resultado atípico en la Cola del embalse que podría ser el resultado de un mal muestreo.

**Figura 21.**

Resultado comparativo de Coliformes totales tomado en la Cola, Centro y Cabeza del embalse.



Al evaluar los resultados históricos obtenidos se aprecia el descenso de los valores, casi hasta desaparecer, representando una condición muy positiva para el agua del lago (Coutinho, 2009).

**Tabla 7.**

Variables no encontradas en el agua del lago.

Variables No Halladas	
Escherichia coli	NMP / 100 ml
Caudal	l/S
Sólidos suspendidos volátiles	mg SSV/l
Sólidos totales volátiles	mg SVT/l
Detergentes (SAAM)	mg SAAM/l
Grasas y aceites	mg grasas/l
Cianuro total	Ug Hg/l
Variables No Halladas	
Mercurio total	Ug Hg/l
Arsénico total	Ug AS/l
Plomo total	mg PB/l

Fuente de datos: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

Finalmente, no se encontró evidencia histórica de los parámetros mencionados en la **Tabla 7** en las muestras de agua tomadas de los tres puntos seleccionados; Cola, Centro y Cabeza. Muy positivo para el agua del embalse (Alonso, 2014).

**Tabla 8.**

Resultado del análisis: percepciones versus análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Resumen Comparativo	
Percepción del agua	Percepción del agua
33,3% MALA	47,5% MALA
56,6% REGULAR	33,7% REGULAR
Resultado del análisis fisicoquímico y microbiológico histórico (2010 – 2019) del agua del lago Calima según clasificación ICA	
Resultado numérico: 86,4	
Interpretación: BUENO – Apto para actividades recreativas	
Conclusión: contaminación Leve	
Respaldo bibliográfico para establecer dicho resultado positivo de las variables fisicoquímicas y microbiológicas:	
1. American Public Health Association [APHA]. (1999). Standard Methods for the Examination of water and Wastewater. 20 ed. Washington.	
2. Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE) -. Avaliação da qualidade da água do Lago do Guaíba: Subsídios para a gestão da bacia hidrográfica. Ecospesquisa, 7, Porto Alegre, DMAE, 06/2003.	
3. Fundación Estatal de Protección Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM). <a href="http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqagua.asp">http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqagua.asp</a> .	
4. National Sanitation Fundation (NSF). <a href="http://www.nsf.org/consumer/earth_day/wqi.asp">http://www.nsf.org/consumer/earth_day/wqi.asp</a> .	

Como resultado del estudio realizado se obtiene lo siguiente: desde el punto de vista de las percepciones y de los resultados obtenidos en los dos instrumentos aplicados, las personas consideraran que el agua del lago Calima tiene un grado de contaminación que fluctúa entre mala y regular. Estudio desarrollado principalmente en dos puntos específicos del lago en visitantes y administradores. Por el contrario, los análisis fisicoquímicos y microbiológicos tomados entre los periodos 2010 y 2019 evidencian una BUENA calidad del agua del lago Calima, según la metodología analítica que se aplicó (ICA – Brown). Esto quiere decir que sus características son adecuadas para la práctica de actividades recreativas. No acarrea consecuencias

negativas para la salud de las personas. El nivel de contaminación presentado en el último año de estudio “2019” fue LEVE.

Con respecto al desarrollo del tercer objetivo específico que cita “*Proponer estrategias educativas para mitigar los problemas ambientales identificados que contribuyan al mejoramiento de la calidad del agua*” se obtiene:

- 1. Se sugirió la estructuración de un programa de monitoreo participativo del agua por parte de los siguientes actores (Herrera, et al., (2018); administradores turísticos y habitantes de la región.** Esto permitiría generar un sentido de apropiación y conciencia en el que no solo la autoridad ambiental tiene la responsabilidad, también la puede asumir la comunidad. Como modelo se presentó la “Guía de monitoreo participativo de la calidad del agua” de la Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación del 2018. Aplicando el monitoreo participativo se pueden cumplir los siguientes objetivos; evaluación de la calidad del recurso hídrico, conocimiento de la importancia de la calidad del agua y su relación con el bienestar humano y la salud de los ecosistemas, valorar los impactos de los usos del agua y reconocer la importancia del control y vigilancia de la calidad del agua, las alertas tempranas y una buena respuesta coordinada (CAO, 2008). Para el desarrollo del monitoreo se tendrán en cuenta los siguientes aspectos: parámetros que deben ser controlados, ubicación y frecuencia de la toma de muestras, métodos y equipos de análisis y toma de muestras, calendarios de toma de muestras, responsabilidades y aptitudes del personal, formatos en los que se anotarán y conservarán los resultados y requisitos relativos en la presentación de informes (MMAyA, 2017). Con la información obtenida se consolidará una base de datos acerca de la calidad del agua. Para definir un buen parámetro de seguimiento (ANA, 2016) plantea: debe ser representativo de las sustancias por encontrar, ser medible y comparable con un estándar definido, medible con una frecuencia para observar tendencias, permitir alertas tempranas para aplicar correctivos, ser económicamente medible

y tener resultados entendibles para divulgar. Finalmente, el punto de muestreo debe ser (APHA, 1999); accesible, seguro, punto de control sin sospecha de contaminación, representativo del curso de agua de un sector, representativo del uso que se le da al agua como residencial o residual, identificable y poco vulnerable a la contaminación (OMS, 2005).

- 2. Se recomendó la creación de zonas y tiempos de amortiguamiento en los sectores 4 y 5 o aquellos con alta carga de visitantes.** Esta sugerencia es tomada a partir del Decreto 2372 del 2010, aplicada a parques nacionales naturales, en el que se resalta la importancia de establecer áreas y tiempos de recuperación en los ambientes naturales. Es claro que el sector Calima Darién no constituye un parque nacional, pero no deja de poseer un gran valor en recursos hídricos y biodiversidad para la región. Por lo tanto, se resaltaron las ventajas de establecer cierres temporales al final de las temporadas de alta afluencia turística en determinadas zonas. Por tal razón, se recomendó tomar como marco de referencia el manual para la delimitación y zonificación de zonas amortiguadoras de parques nacionales. Estos espacios de amortiguamiento por lapsos de tiempo son aplicados en el Parque Tayrona en el departamento del Magdalena (Ley 99 de 1999). Al final de cada temporada turística se cierra el parque por alrededor de un mes, impidiendo el tránsito de embarcaciones turísticas y actividades recreativas. Para el caso puntual de Calima Darién se establecerán cierres por sectores reducidos, de tal forma que no afecten la economía del sector. Una estrategia es cerrar la entrada 4 un par de semanas mientras la 5 se mantiene operativa. Posteriormente, se invierte el cierre. La biodiversidad es un patrimonio nacional que debe protegerse y aprovecharse en forma sostenible.
- 3. Se plantea el establecimiento de una estrategia de “Educación Ambiental” al ingreso de las zonas de libre acceso.** Quienes deben asumir esta responsabilidad son los administradores turísticos (Ley 1558, 2012). Para tal fin, se designará a un grupo de personas que hayan recibido recomendaciones puntuales en protección del medio ambiente, y que compartan la información

con los turistas que desean ingresar al sector (Elosegi, 2009). Esta iniciativa nace de lo establecido en las áreas de parques nacionales, donde los funcionarios realizan una charla de 10 minutos, resaltando la buena disposición de residuos sólidos, uso de las baterías sanitarias “Secas preferiblemente”, uso de los senderos, comportamientos de protección de flora y fauna, entre otros (Martínez, 2021).

- 4. Se expone la prioridad de establecer el plan de gestión integral de residuos sólidos o también llamado “PGIRS”, como lo exige el Decreto 1147 de 2015.** En cuyo caso se responsabilizarán los administradores turísticos de cada área de libre acceso. Se dispondrán los puntos ecológicos de recolección y clasificación por colores y con información clara. Igualmente, se dispondrá de una zona de almacenamiento y reclasificación de estos. Se realizarán acuerdos con empresas recicadoras que recojan todo el material almacenado. Paralelo a esto y teniendo en cuenta la estrategia de educación ambiental planteada, se enfatizará a los administradores el no uso y venta de alimentos que utilicen Icopor, pítillos de plástico o plásticos de un solo uso. Argumento válido amparado por la Política Nacional de Turismo de Naturaleza (2012). Fomentar el desarrollo conservando los recursos naturales y calidad de vida. Finalmente, se ubicarán en zonas estratégicas avisos que enfaticen la importancia de mantener las zonas limpias.
- 5. Se propuso establecer y fortalecer el cuidado del medio ambiente mediante la aplicación de estrategias de vigilancia contra actividades ilegales.** Para lo cual, se toma como referencia lo determinado por la Ley 1801 del 2016, que establece en su título 9 artículo 96 la facultad que tiene la Policía Nacional para exigir y control los actos que pongan en peligro la estabilidad ambiental. De tal forma, que los administradores buscarán apoyo de la autoridad cuando sean testigos de actos que dañen el medio ambiente y que terminen afectando el agua del embalse. Así mismo, se enfatizó el derecho de “asociar” a los representantes del sector turístico (Hincapié, 2020). En cuyo

caso, se establecerán fechas, tiempos, lugar y objetivos para reunir a los administradores turísticos, con el propósito de analizar las diversas problemáticas y plantear soluciones que minimicen la contaminación del agua. La unión hace la fuerza y marca la diferencia en la obtención de objetivos que a la larga beneficiarán a todos.

- 6. Una vez establecida una asociación que reúna a los administradores turísticos, se sugirió el acercamiento de los líderes con los mandatarios municipales y con la autoridad ambiental.** Esto con el propósito de buscar el respaldo para la puesta en marcha en la región del plan de ordenamiento y manejo de cuencas, como lo estipula la Guía Técnica para la Formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas del Ministerio de Ambiente 2014. Igualmente, se sugirió la concientización de las autoridades en el control de la deforestación, establecido por el Decreto 1257 de 2017. La figura asociativa permitirá unir ideas para la búsqueda de un fin común, permitiendo un acercamiento mucho más creíble y participativo con las autoridades municipales, empresa de energía y autoridad ambiental. Es preciso atacar los problemas que afectan la calidad del agua desde el páramo del Duende, hasta el borde del lago, controlando los vertimientos de aguas crudas a las fuentes de agua y frenando la deforestación, como lo argumenta Mena Victoria, (1997). Amparado por el Plan de Desarrollo Municipal.
- 7. Se planteó el establecimiento de campañas de limpieza terrestre y subacuática cada tres meses.** Este modelo histórico se aplica en el sector de Taganga – Santa Marta en las temporadas de mitad y final de año desde hace varios años. El propósito es invitar a las escuelas y centros de buceo de la ciudad de Cali para respaldar dicha acción. El objetivo es extraer la mayor cantidad de residuos sólidos del fondo cercano a la orilla de las entradas de libre acceso. Tarea que se desarrollará en un máximo de 10 metros de profundidad. Este modelo de iniciativa deja muy buenos resultados en el departamento del Magdalena en inmediaciones del parque Tayrona, resultando en una buena cantidad de kilos

de desechos extraídos. Los propios clubes de buceo brindan testimonio de todo el material que reposa en el fondo del Calima. Es preciso evitar la dispersión y posterior contaminación de residuos sólidos (Agua Sustentable, UICN, 2017). Recuperar el material del fondo es una tarea necesaria y adecuada para el mantenimiento de la calidad del agua del embalse (Gil, 2014).

Con la estructuración inicial de los objetivos planteados en este trabajo de investigación y los resultados obtenidos, se abre un camino de inquietudes que deberían ser abordadas por futuros investigadores (Goldman, 2012). Si bien es cierto que se deja un precedente al comparar las percepciones de las personas versus los resultados fisicoquímicos y microbiológicos realizados por la autoridad ambiental. De tal manera, que se requiere un estudio más específico que identifique con precisión las fuentes de contaminación que afectan la calidad del agua utilizando diversas metodologías, como lo argumenta Cahó y López (2017). Dicho estudio debe involucrar una mayor área y tener en consideración la percepción de otros habitantes del sector o visitantes que llegan con relativa frecuencia al lugar. Es un hecho que la construcción y puesta en marcha de embalses contribuyen significativamente en la liberación de gases de efecto invernadero, como lo plantea en su estudio Kelly et al. (1997). Por ende, no se puede permitir que estos a su vez se conviertan en depósitos de agua contaminada. Con el primer reto a vencer es suficiente, para tener que sumarle otro más. Es importante frenar el cambio climático para la supervivencia de las futuras generaciones, a través de estrategias eficientes como las planteadas por Edenhofer, (2011). Pero a su vez se hace necesario la conservación del agua de los ríos, lagos y océanos. La potabilidad del agua es vital para la supervivencia de la raza humana, como lo sugiere la Resolución 2115 de 2007 en Colombia. Las percepciones de las personas tienen un carácter subjetivo que están determinadas por vivencias, experiencias o estados emocionales. En los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se pueden cometer errores en el muestreo o en la interpretación de estos (ZAGA, 2005). Por tal razón, se requieren mayores estudios comparativos en lo subjetivo y objetivo, en la opinión y en la experimentación (Tambo,

2015). La experiencia de otros estudios ambientales en diversos lugares se tendrá en cuenta para el restablecimiento del equilibrio ambiental y económico de una región (Corredor, 2016).

Cerrando este informe es conveniente resaltar los siguientes trabajos investigativos que analizan la calidad del agua del lago Calima. Entre los que se destaca los siguientes:

“Estudio Limnológico de varios sistemas lóticos y lénticos aledaños a la reserva Yotoco – Valle del Cauca, Colombia”. Desarrollado por el departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia (Beltrán et al. 2016). En cuyo caso se obtuvieron resultados fisicoquímicos que permitieron medir la calidad del agua en dicho año, teniendo presente unas referencias preestablecidas que establecían contaminación del agua. El trabajo desarrollado fue excelente, ya que en el informe final se comparaban dichas mediciones con otros cuerpos de agua del territorio nacional. Al final, el análisis demostró que una buena parte de las fuentes de agua en Colombia presentan niveles de contaminación que requieren una intervención inmediata.

Igualmente, es importante resaltar el trabajo denominado; “Experiencias en la aplicación del enfoque GEO en la evaluación de ecosistemas degradados de Iberoamérica”. Publicado por RED CYTED, programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo, Buenos Aires, Argentina en el 2011. Cuyo contenido expone un amplio portafolio de resultados investigativos en ecosistemas acuáticos. Identificando el grado de afectación antrópica en los mismos. Destacándose trabajos como en el lago Atitlán en Guatemala, lagos y lagunas en la Patagonia, Lago de Maracaibo en Venezuela, entre otros. Un trabajo muy completo sobre análisis de aguas.

De acuerdo con Morales (2018) se resalta el gran potencial y desarrollo de estrategias turísticas en la región de Calima-Darién, en donde se asocian actividades positivas que fortalecen la economía, pero que impactan negativamente el medio ambiente. Finalmente, se resalta la importancia del trabajo denominado “Estudio de viabilidad para una

*agencia de turismo ecológico en el Valle del Cauca ubicada en la ciudad de Santiago de Cali*” (Castro et al. 2014). En esta investigación resaltan las variables para determinar la inversión inicial, tipo de financiación, costos y gastos; evaluación de los presupuestos e indicadores de liquidez, solvencia y rentabilidad para fortalecer y desarrollar un turismo ecológico en el departamento del Valle del Cauca.

## Conclusiones

Las fuentes hídricas que vierten sus aguas al lago tienen carga de nitratos y fosfatos, producto de actividades agrícolas en la parte alta y media de las montañas que rodean al embalse. Se suma el lavado de vehículos con detergentes cerca de los ríos que drenan al embalse y el inadecuado trabajo de la planta de tratamiento de aguas residuales rurales, vertiendo aguas al lago sin un tratamiento adecuado. Así mismo, se agrava el problema al no existir baterías sanitarias suficientes y disponibles en las áreas de libre acceso, lo que genera que los turistas depositen sus desechos directamente en las aguas. Se evidencia falta de conciencia por parte de turistas y administradores en el buen uso de combustibles y aceites para la navegación, en el control de la deforestación, las quemas y una buena coordinación de actividades turísticas que no atenten contra el equilibrio ambiental. Desde la percepción de la comunidad el nivel de calidad del agua del embalse fluctúa entre mala y regular. El principal factor contaminante del agua fue seleccionado como residuos sólidos.

Con respecto al análisis de los resultados del estudio fisicoquímico y microbiológico los coliformes fecales disminuyeron con el tiempo, prácticamente hasta desaparecer en los últimos años del estudio. Las variables Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Totales, Oxígeno Disuelto, pH, temperatura, Turbidez, Demanda Química de Oxígeno, Coliformes totales se encuentran dentro de los límites normales según normatividad colombiana y sugerencias de diversos autores. Se resalta la no existencia de Cianuro, Arsénico, Plomo o Mercurio. Se evidencia un pequeño aumento de Nitratos y Fosfatos en los tres

puntos de muestreo en el periodo evaluado. Aunque aún no supera los límites establecidos.

Finalmente, aunque la percepción que tiene la población sobre la calidad del agua es predominantemente negativa, los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos demuestran que el agua del lago Calima tiene un grado de contaminación leve, siendo adecuada para el desarrollo de prácticas recreativas o deportivas, sin afectar la salud humana.

## Referencias

- Alonso, J. (2015). Formulación participativa de lineamientos para el diseño de un producto de turismo de naturaleza en zona rural del municipio de Calima. [Trabajo de grado, Universidad Autónoma de Occidente]. Red uao, Colombia, El Darién.
- Alonso, D. L., Latorre, S., Castillo, E. y Brandao, P.F.B. (2014). Environmental occurrence of arsenic in Colombia: A review. *Environmental Pollution*, 186, 272 – 281.
- Acosta, A. y Silva, J. (2016). Análisis del índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano - IRCA y su relación con las variables meteorológicas (precipitación y temperatura) y la ubicación geográfica para el departamento del Valle del Cauca en el periodo 2012-2013. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/406](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/406)
- Agencia Nacional de Seguridad Vial (2021). Guía para el diseño e implementación de mediciones de satisfacción y percepción de servicio al ciudadano. Departamento Nacional de Planeación.
- Arboleda, J. (2008). *Manual de impacto ambiental de proyectos, obras, o actividades*. Medellín; EPM, P. 110
- Alcaldía Municipal de Restrepo (2010). Propuesta cartográfica y caracterización de las microcuencas que drenan hacia la cuenca

del río Calima en el municipio de Restrepo, Valle del Cauca. Fundación para el fomento del Desarrollo Sostenible. Secretaría de Planeación Municipal, Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria UMATA.

American Public Health Association [APHA] (1999). *Standard Methods for the Examination of water and Wastewater*. 20 ed. Washington.

Agua Sustentable, [UICN], 2017. *Diseño del sistema de monitoreo público social de calidad de agua Lago Titicaca (Bolivia – Perú)* La Paz, Bolivia.

Autoridad Nacional del Agua [ANA] (29 de Abril 2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*, Lima – Perú: Autoridad Nacional del Agua.

Beltrán, G. M. G., Barenco, L. L. Q., Velasco, D. A. A., Ladino, C. G., y Álvarez, J. M. (2016). Estudio limnológico de varios sistemas lóticos y lénicos aledaños a la reserva Yotoco-Valle del Cauca, Colombia. Editorial Universidad Nacional de Colombia.

Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., y Tozer, R. G. (1970). A water quality index-do we dare. *Water and sewage works*, 117(10).

Baddi, Z., Garza, C. y Landero, F. (2005). Los indicadores biológicos en evaluación de la contaminación por agroquímicos en ecosistemas acuáticos asociados. *Cultura científica y tecnológica*, 2(6), 4-20.

Bieco, G. (2015). *Ciclo del carbono y modelización biogeoquímica de un lago somero hipertrófico: la Albufera de Va. Valencia*: Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología evolutiva. [Tesis de grado, Universidad de Valencia].

Bastviken D, et al. (2004) Methane emissions from lakes: dependence of lake characteristics, two regional assessments, and a global estimate. *Global Biochem Cycles* 18(1), 1-12.

- Cabadía González, S., Moreno Bautista, S.J. y De Vera Ospina, N. (2019). *Parque acuático del Valle: Proyecto paisajista para la potencialización regional*. Universidad Piloto de Colombia. [Trabajo de grado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio unipiloto, Colombia, Bogotá. <https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6055>
- Caho, C. y López, E. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el Sector Occidental del Humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQ1. *Producción + Limpia*, 12(2), 32-49. DOI: 10.22507/pml.v12n2a3
- Cárdenas, H. (2018). *Genocidio Silencioso, desechos, químicos, peligrosos y pesticidas prohibidos en Colombia y el mundo*. Universidad del Rosario.
- Castro, V., Carvajal, V. y Londoño, B. (2014). *Estudio de viabilidad para una agencia de turismo ecológico en el Valle del Cauca ubicada en la ciudad de Santiago de Cali*. [Trabajo de grado, Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium]. Repositorio unicatolica, Colombia, Cali.
- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J. y Diaz, D. (2004). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería solidaria*, 10(17), 111-124. <http://dx.doi.org/10.16925/in.v9i17.811>
- CAO (2008). *Monitoreo participativo del agua: Guía para prevenir y manejar el conflicto*. Washington, DC – USA: Oficina del asesor en cumplimiento / Ombudsman (CAO)
- Comité Local Para la Prevención y Atención de Desastres CLOPAD Calima – El Darién (2011). Documento de caracterización general de escenarios de riesgo.
- Constitución Política de Colombia (1991). Art. 8 Es obligatorio del estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación. Artículos: 79, 80, 95, 334, 366
- Contraloría departamental del Valle del Cauca (2005). Auditoria con enfoque integral abreviada Municipio de Calima el Darién. Informe. Colombia.

Corredor, M. L.; Galarza, B. G.; Hernandez, A, E.; Macariz, I.; Tamayo, M. A. y Vallejo, M. (2016). Análisis físicos y químicos en cuatro ecosistemas acuáticos en el Valle del Cauca, Colombia. *Revista Politecnica*, 18(3), 5-25.

Cotinho, H. L.; Noellemyer, E.; Jobbagy, E.; Jonathan, M. y Paruelo, J. (2009). Impacts of land use change on ecosystems and society in the Rio de La Plata Basin. *Applying Ecological Knowledge to Landuse Decisions*, 56(1), 1-24.

Decreto 1147 de 2015, Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Colombia

Decreto 2372 de 2010, Sistema Nacional de Áreas Protegidas, categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones. Colombia

Decreto 622 de 1977, Código de los Recursos Naturales y zonificación de las áreas protegidas. Colombia

Decreto Ley 2811 de 1974, Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente. Colombia

Decreto 1575 de 2007, por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Colombia

Decreto 1257 de 2017. Por el cual se crea la comisión intersectorial para el control de la deforestación y la gestión integral para la protección de bosques naturales y se toman otras determinaciones. Colombia

Departamento Nacional de Planeación [DNP] (2015). Lineamientos para el diseño e implementación de mediciones de percepción y expectativas ciudadanas. Colombia

Dukatz, F. y Ferrati, R. (2007). Sistematización del análisis y clasificación de cuerpos de agua según permanencia mediante sensores remotos. *Environment and Natural Resources*, 1(1), 1102-1007.

Departamento Municipal de Águas e Esgotos [DMAE] (2003). Avaliação da qualidade da água do Lago do Guaíba: Subsídios para a gestão da bacia hidrográfica, Ecospesquisa, 7, Porto Alegre, DMAE, 06/

Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R. y Sokona, Y. (2011). Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

Elosegi, A. y Sabater, S. (2009). Conceptos y técnicas en ecología fluvial. first ed. Fundación BBVA, Bilbao.

ECOE (2019). Fundamentos en Medio Ambiente y Gestión de Residuos. Ecología y medio ambiente. Español. Páginas 2019.

Fearnside (2002). Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucurui Dam) and the energy policy implications. *Water Air and Soil Pollution* 133(1), 69–96.

Fundación Estatal de Protección Ambiental Henrique Luis Roessler [FEPAN] (S.F.) <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqagua.asp>.

Garzón, J. y Perdomo, D. (2020). Índice de calidad hídrica – WQI 2019-2020 Red de calidad hídrica tradicional de Bogotá, Grupo: Recurso hídrico superficial. Informe técnico No. 00886, de secretaría distrital de ambiente, dirección de control ambiental, subdirección de recurso hídrico y del suelo. (Número de informe 00886). Serna Perez, D. <https://orarbo.gov.co/es/documentacion-y-enlaces/listado/indice-de-calidad-hidrica-wqi-2019-2020>

Gil J. A. (2014). Determinación de la calidad del agua mediante variables fisicoquímicas, y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río Garagoa. Universidad de Manizales.

Giordano, M. y Shah, T. (2014). from IWRM back to integrated water resources management. *International Journal of Water Resources Development*. 30(3):364-376. <https://doi.org/10.1080/07900627.2013.851521>

- Guevara, G. (2014). Evaluación ambiental estratégica para cuencas prioritarias de los Andes Colombianos: Dilemas, Desafíos y Necesidades. *Acta Biológica Colombiana*, 19(1),11-24.
- González, G. (2012). *Microbiología del Agua: Conceptos y aplicaciones*. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Goldman - Benner, R. L., Benitez, S., Baucher, T., Calvache, A., Daily, G., Kareiva, P., Kroger, T. y Ramos, A, A. (2012). Water funds and payments for ecosyestem services: practice learns from theory and theory can learn from practice. *Oryx*. 46(1): 55-63. <https://doi.org/10.1017/S0030605311001050>
- Gualdrón, L. (2016). *Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos. Compendio de trabajos de investigación. Revista Dinámica ambiental. Línea de investigación: saneamiento ambiental*. Universidad Libre.
- Guía Metodológica Colombia (2013). *Sistema Nacional de Estudios y Encuestas Poblacionales para la Salud, Conceptualización*. Gobierno Nacional. Colombia
- Herrera, J. y Caballero, J. (2018) Metodología de análisis de las dinámicas, cambios y transformaciones territoriales que se presentan en los paisajes de influencia de un proyecto de desarrollo lineal, *El Ágora USB*, 19(1).197-218: <https://doi.org/10.21500/16578031.4127>
- Herrera, C., Pacheco Mollinedo, P., Elena Orihuela, M., Piñeiros, M.L. y Cobo, E. (2018). Guía de monitoreo participativo de la calidad del agua. 1st ed. [e-book] Quito - Ecuador: Ana María Arroyo, p.73. Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación. Editorial UICN. Recuperado de: <https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/guia-monitoreo-participativo-calidad-agua-digital.pdf>
- Hincapié, M. (2020). *Formas Asociativas: El Derecho de las Asociaciones* (1. a ed., Vol. 1). U. de Medellín.

Heim, W. A., Coale, K. H., Stephenson, M., Choe, K. Y., Gill, G.A. y Foe, C. (2007). Spatial and Habitat – Based Variations in Total and Methyl Mercury Concentrations in Surficial Sediment in the San Francisco Bay – Delta. *Environmental Science and Technology*, 41 (10), 3501 – 3507.

IPCC (2007). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.

Jaramillo Franco, D.C. (2015). Aprovechamiento del suelo y agua con secuelas sobre la humanidad y los ecosistemas en Calima, Darién. Universidad Católica de Pereira. Noveno semestre Diseño industrial.

Joslina, A.J., Jepson, W.E. (2018). Territory and authority of waterfund payments for ecosystem services in Ecuador's Andes. *Geoforum*. 91, 10-20. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.02.016>

Kelly, C. A., Rudd, J. W. M., Bodaly, R. A., Roulet, N. P., St. Louis, V. L., Heyes, A., ... y Edwards, G. (1997). Increases in fluxes of greenhouse gases and methyl mercury following flooding of an experimental reservoir. *Environmental Science y Technology*, 31(5), 1334-1344.

Letterman, R. D. (2002). *Calidad y tratamiento del agua: manual de suministros de agua comunitaria* (5 edición). Madrid, España: McGrawHill.

Loaiza, S. (2016). *Cuantificación de gases de efecto invernadero generados en represa y embalses tropicales: caso Calima - Valle del Cauca*. Universidad Nacional de Colombia. [Tesis de Posgrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Unal, Colombia, Palmira.

López, H, Montenegro, O. y Llévano, L. (2014) ABC de la Biodiversidad, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

- Lerma, H. (2016). Metodología de la investigación, Propuesta, anteproyectos y proyecto. Quinta edición. Ediciones ECO.
- Ley 1801 del 2016, Código Nacional de Policía y Convivencia.
- Ministerio de Salud y Protección Social (2019). Guía para la identificación de experiencias en participación social por parte de las entidades territoriales. Oficina de gestión territorial, emergencias y desastres. Colombia
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014). Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. Colombia
- Ley 165 de 1994, Lineamientos Internacionales de Turismo Sostenible y Biodiversidad. Colombia
- Ley 1558 de 2012. Ley del turismo / Esencial para el desarrollo social y económico pero sostenible con el medio ambiente. Colombia
- Ley 99 de 1993, La biodiversidad es un patrimonio nacional que debe protegerse y aprovecharse en forma sostenible. Colombia
- Manrique, E.H. (2010). Hidroeléctricas e impacto ambiental. [Trabajo de Maestría]. Universidad Santiago de Cali, Cali, Colombia.
- Márquez, G. (2014). Ecosistemas estratégicos embalses en Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Meyer, J. L., Strayer, D. L., Wallace, J. B., Eggert, S, L., Helfman, G.S. y Leornard, N. E. (2007). The contribution of headwater streams to biodiversity in river networs. *Journal of The American Water Resources Association*, 43 (1), 86-103.
- Morales, G. (2018). Determinación del estado actual de la competitividad empresarial en el destino turístico Calima – El Darién, Valle del Cauca, Colombia. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Occidente], Red UAO Cali, Colombia.
- Murtinho, F., Tague, C., Bievre, B. de, Eakin, H. y Lopez-Carr, D. (2013). Water Scarcity in the Andes: A comparison of Local

- Perceptions and Observed Climate, Land Use and Socioeconomic Changes. *Human Ecology*, 41(5), 667-681.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia (2008). *Manual para delimitación y zonificación de zonas amortiguadoras*. Gobal enviroment facility.
- Martínez, L. (2021). *Los parques nacionales naturales en el contexto de la normatividad ambiental: un acercamiento a la educación ambiental y la identidad del lugar*. [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Pedagogica, Colombia, Bogotá D.C.
- MMAyA (2017). *Guía para la implementación de sistemas de monitoreo y vigilancia de la calidad hídrica*. 1era ed. La paz – Bolivia: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- Mena Victoria, A.C. (1997). *Resistencia ante las plantaciones forestales comerciales en el suroccidente colombiano*. Editorial Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- National Sanitation Fundation [NSF]. [http://www.nsf.org/consumer/earth\\_day/wqi.asp](http://www.nsf.org/consumer/earth_day/wqi.asp).
- Norma Técnica Colombiana NTC 1500. Código Colombiano de Fontanería.
- Ocampo, O.C. (2018). *Análisis de prácticas ecoturísticas: la responsabilidad de prestadores de servicios turísticos en el desarrollo sustentable del turismo*. Editorial Academia española.
- OMS (2005). *Water Safety Plans: Managing drinking water quality from catchment to consumer*, Génova, Suiza. World Health Organization.
- Ortiz, R. (2011). *Hidráulica, Generación de energía*. Ediciones de la U. Español. Páginas 196. ISBN 9588675898
- Orejuela, E. (2015). *Lago Calima Darién Colombia*. Edición Kindle. Páginas 121. ASIN: 9588675898

Osorio Marulanda, C. (2015). *La gestión del agua. Implicaciones de la participación de expertos y ciudadanos*. Editorial Catarata. Primera edición.

Palacio Baena, J., Aguirre Ramírez, N.J. y Ramírez Restrepo, J.J. (2007). Características limnológicas del embalse El Peñol - Guatapé, *Revista de Ingenierías Universidad de Medellín*, 6 (10), pp 53 - 66.

Palau, A. y Prieto, C. (2009). Hidroelectricidad, embalses y cambio climático. *Ingeniería Del Agua*, 16 (4), 311-324. <https://doi.org/10.4995/ia.2009.2959>

Pérez, J.L., Salcedo-Hurtado, E.J., y Mora-Páez, H. (2014). Análisis sismotectónico regional como contribución al estudio de las fuentes sismogénicas locales en la zona del embalse Calima, Valle del Cauca, Colombia. *Boletín de Geología*, 36 (2): 101-124.

Política Nacional de Turismo de Naturaleza (2012). Fomentar el desarrollo conservando los recursos naturales y calidad de vida. <https://www.mincit.gov.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=538cfa4b-0308-49b2-85f5-4fc700328825>

Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Protectora Regional de Rio Bravo. (2017). Proyecto “Establecimiento de un área protegida en el alto y bajo Calima, área clave de biodiversidad en el Valle del Cauca, Colombia”, SIDAP, WWF, CVC, CRITICAL, ECOSYSTEM, Fundación Trópico. SIBColombia. <https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/201902/PLAN%20D%20MANEJO%20RFPR%20RIOBRAVO%20.pdf>

Pukert, C.P. y Willis, D.W. (2003). Aquatic Invertebrate assemblages in shallow prairie lakes: fish and environmental influences. *Journal of freshwater ecology*, 18(4), 523-536.

Quiroga Martínez, R. (2009). *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas.

Quiroz, F., Izquierdo, K. y Menéndez, G. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Ingeniería hidráulica y ambiental*, 38(3), 41-51.

Rojas, J., Robayo, V. y Córdoba, D. (2017). *Calidad del agua*. Superintendencia de Servicios públicos domiciliarios, Departamento Nacional de Planeación. [https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/SSPD%20Publicaciones/Publicaciones/2018/Oct/ebook\\_calidad\\_de\\_agua-26-12-2017-vbibianal.pdf](https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/SSPD%20Publicaciones/Publicaciones/2018/Oct/ebook_calidad_de_agua-26-12-2017-vbibianal.pdf)

Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Universidad de Antioquia.

Ramos O, L. M., Vidal, L. A., Vilardy Q, S. y Saavedra D, L. (2008). Análisis de contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la bahía de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Acta Biológica Colombiana*, 13 (3), 87-98.

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. Colombia

Samboni R, N. E., Carvajal E, Y. y Escobar, C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e investigación*, 27(3), 172-181.

Segura Triana, L. E. (2007). Estudio de antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia. Escuela superior de Administración Pública ESAP [Tesis de grado, Escuela superior de administración pública]. Bogotá D.C., Colombia.

Sierra Ramírez, C. A. (2011). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico*. Editorial, Ediciones de la U de Medellín.

Tambo, C. (2015). *Propuesta de un índice de calidad del agua como herramienta de gestión para los humedales capitalinos* [Tesis de

grado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Usta, Colombia, Bogotá D.C.

Wetlands International (4 de diciembre del 2017). *Wash and Water Security: integration and the role of civil society.* <https://www.wetlands.org/publications/wash-water-security-integration-role-civil-society/>

Zapata Arias, H. F. (2016). Alcaldía de Calima El Darién - Valle del Cauca.: [http://www.calimaeldarien-valle.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.calimaeldarien-valle.gov.co/informacion_general.shtml).

ZAAG, P. (2005). Integrated Water Resources Management: Relevant concept or irrelevant buzzword? A capacity building and research agenda for Southern Africa. *Physics and chemistry of the Earth of the parts A/B/C* 30(11-16), 867-87.

## Anexos

### Anexo 1.

Entrevista administradores.

Entrevista para Administradores	
Entrada 4 y 5 Lago Calima	
Modulo	Preguntas
Presentación	<p>¿Por favor díganos su nombre, su actividad económica en el lago y el tiempo que lleva ofertando sus servicios?</p>
Conocimiento del tema	<p>¿Qué conocimiento actual tiene sobre la calidad del agua del Lago Calima? ¿Qué factores cree que podrían contribuir al deterioro o contaminación del agua del embalse? ¿Considera el sector turístico como un factor que puede contribuir al deterioro del agua? ¿Desde su comprensión cree que el progresivo deterioro del agua podría afectar la biodiversidad del embalse y al hombre?</p>
Acciones frente a la reducción de la contaminación	<p>¿Qué conocimiento tiene sobre el grado de participación del sector turístico en la reducción de la contaminación del agua? ¿Usted como administrador turístico desarrolla estrategias locativas para minimizar o impedir la contaminación de las aguas del embalse? ¿Usted como administrador turístico genera y promueve estrategias para concientizar a los visitantes sobre la reducción del impacto ambiental? ¿Usted como administrador turístico busca y analiza en otros operadores estrategias que puedan servirle como modelo en la reducción del impacto ambiental? ¿Usted como administrador turístico capacita a sus trabajadores en la reducción del impacto ambiental? ¿Usted como administrador turístico invierte dinero en la puesta en marcha de estrategias para minimizar el impacto ambiental?</p>
Conocimiento de participación municipal o de grupos	<p>¿Qué conocimiento tiene de la alcaldía o municipalidad frente al desarrollo de estrategias que permitan disminuir o controlar los factores contaminantes del agua del lago? ¿Tiene conocimiento de alguna organización privada que trabaje en pro del cuidado medio ambiental del agua del embalse? ¿En materia de normatividad conoce alguna ley, decreto o resolución en Colombia que hable sobre conservación del agua?</p>

**Anexo 2.****Encuesta visitantes.**

<b>Encuesta para Visitantes</b>		
<b>Entrada 4 y 5 Lago Calima</b>		
Con respecto a las siguientes preguntas marque con una X la opción que considere más oportuna.		
<b>ITEM</b>	<b>Impactos</b>	<b>Respuestas</b>
1	a. De las siguientes opciones establezca aproximadamente su frecuencia de visita al lago Calima.	1 vez cada dos o tres meses. 1 vez por mes 2 veces por mes 3 veces por mes 4 veces por mes
2	b. Desde su conocimiento y comprensión considera que actualmente el agua del lago Calima sufre un deterioro gradual debido a contaminantes externos que caen en el embalse.	Si: No: No lo sé:
3	c. Si su respuesta anterior fue positiva cree que las actividades turísticas desarrolladas en el lago pueden contribuir al deterioro del agua del embalse.	Sí: No: No lo sé:
4	d. Si su respuesta fue positiva considera que los administradores turísticos desarrollan y aplican estrategias adecuadas para minimizar el impacto ambiental en lo que respecta al agua del embalse.	Sí: No: No lo sé:
5	e. Desde su perspectiva como visitante se preocupa por minimizar el daño ambiental en el agua del lago. Ejemplo de ello sería hacer uso adecuado de los puntos de recolección de residuos sólidos.	Sí: No: No lo sé:
6	f. Desde su percepción considera necesario que los administradores promuevan estrategias para motivar a los visitantes en la minimización del impacto ambiental del agua del embalse.	Sí: No: No lo sé:

### Anexo 3.

Resultados de Índice de Calidad del Agua (ICA) entre 2010 y 2019 utilizada como herramienta para definir pureza calculado en la cola y en el centro del embalse. Esta herramienta se nutre con los resultados fisicoquímicos. Estableciendo el grado contaminación del cuerpo de agua.

#### Informe Cola 2010 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T iwi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	9 NMP 100 mL <sup>-1</sup>	0.16	67.4	2.05	1.96	
Demandra Bioquímica de Oxígeno $DBO_5$	1.94 mg L <sup>-1</sup> , $O_2$	0.11	78.3	1.62	1.62	
Fosfato total	0.06 mg L <sup>-1</sup> , $PO_4-P$	0.10	92.2	1.64	1.57	
Nitratos $NO_3$	0.11 mg L <sup>-1</sup> , $NO_3$	0.10	96.0	1.65	1.58	
Oxígeno disuelto	6.74 mg L <sup>-1</sup> , $O_2$	--	-	-	-	
pH	7.71 -		0.11	93.4	1.80	1.65
Sólidos disueltos totales	3.49 mg L <sup>-1</sup>	0.07	82.1	1.49	1.36	
Temperatura	23.50 °C	-- 0.10	-0.50	91.1	-	1.57
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C			-	-	
Turbidez	5.00 uT	0.08	86.8	1.49	1.43	
Saturación de OD	94.0 %	0.17	92.7	2.36	2.16	
			1.00	IQA:	85.1	85.5
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

#### Informe Cola 2011 - Resultado: Regular

Variables	Resultados	Unidades	T iwi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	9 NMP 100 mL <sup>-1</sup>	0.16	67.4	2.05	1.96	
Demandra Bioquímica de Oxígeno $DBO_5$	1.94 mg L <sup>-1</sup> , $O_2$	0.11	78.3	1.62	1.62	
Fosfato total	0.06 mg L <sup>-1</sup> , $PO_4-P$	0.10	92.2	1.64	1.57	
Nitratos $NO_3$	0.11 mg L <sup>-1</sup> , $NO_3$	0.10	96.0	1.65	1.58	
Oxígeno disuelto	2.59 mg L <sup>-1</sup> , $O_2$	--	-	-	-	
pH	7.32 -		0.11	95.0	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	2.00 mg L <sup>-1</sup>	0.07	82.0	1.49	1.36	
Temperatura	22.00 °C	-- 0.10	1.00	109.6	-	1.60
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C			-	-	
Turbidez	6.00 uT	0.08	85.1	1.49	1.43	
Saturación de OD	35.0 %	0.17	26.5	1.86	1.75	
			1.00	IQA:	67.1	70.4
				CLASIFICACIÓN	REGULAR	REGULAR

#### Informe Cola 2012 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T iwi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	4 NMP 100 mL <sup>-1</sup>	0.16	79.0	2.10	2.01	
Demandra Bioquímica de Oxígeno $DBO_5$	1.12 mg L <sup>-1</sup> , $O_2$	0.11	86.9	1.63	1.63	
Fosfato total	0.06 mg L <sup>-1</sup> , $PO_4-P$	0.10	92.2	1.64	1.57	
Nitratos $NO_3$	0.29 mg L <sup>-1</sup> , $NO_3$	0.10	94.8	1.65	1.58	
Oxígeno disuelto	6.93 mg L <sup>-1</sup> , $O_2$	--	-	-	-	
pH	7.52 -		0.11	95.1	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	11.40 mg L <sup>-1</sup>	0.07	82.8	1.49	1.36	
Temperatura	24.60 °C	-- 0.10	-1.60	86.9	-	1.56
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C			-	-	
Turbidez	2.00 uT	0.08	92.4	1.50	1.44	
Saturación de OD	98.0 %	0.17	94.7	2.37	2.17	
			1.00	IQA:	89.4	89.1
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Cola 2013 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i wi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	2 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	86.3	2.13	2.04
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	1.14 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	86.7	1.63	1.63
Fosfato total	0.06 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO <sub>3</sub>	0.11 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	- 0.10		96.0	1.65	1.58
Oxígeno disuelto	6.34 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	-- -		-	-	-
pH	7.51		0.11	95.1	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	11.40 mg L <sup>-1</sup>		0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura	18.00 °C	-- 0.10	5.00	72.3	-	1.53
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C			-	-	-
Turbidez	0.61 uT		0.08	95.1	1.51	1.44
Saturación de OD	79.0 %		0.17	80.1	2.30	2.11
			1.00	IQ: 88.3	86.6	
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Cola 2014 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i wi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	2 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	86.3	2.13	2.04
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	0.95 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	88.8	1.64	1.64
Fosfato total	0.06 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO <sub>3</sub>	0.00 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	- 0.10		96.9	1.65	1.58
Oxígeno disuelto	5.67 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	-- -		-	-	-
pH	7.29 -		0.11	94.8	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	11.40 mg L <sup>-1</sup>		0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura	22.40 °C	-- 0.10	0.60	114.2	-	1.61
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C			-	-	-
Turbidez	49.00 uT		0.08	37.8	1.39	1.34
Saturación de OD	76.0 %		0.17	76.8	2.28	2.09
			1.00	IQ: 80.9	83.8	
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Cola 2015 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i wi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	2 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	86.3	2.13	2.04
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	0.95 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	88.8	1.64	1.64
Fosfato total	0.10 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	87.7	1.64	1.56
Nitratos NO <sub>3</sub>	0.81 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	- 0.10		93.2	1.65	1.57
Oxígeno disuelto	6.10 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	-- -		-	-	-
pH	7.61 -		0.11	94.5	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	11.40 mg L <sup>-1</sup>		0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura	19.00 °C	-- 0.10	4.00	80.3	-	1.55
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C			-	-	-
Turbidez	2.98 uT		0.08	90.5	1.50	1.43
Saturación de OD	76.0 %		0.17	76.8	2.28	2.09
			1.00	IQ: 86.6	86.0	
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Cola 2016 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T i wi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	9 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	67.9	2.05	1.96
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	1.31 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	84.8	1.63	1.63
Fosfato total	0.02 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	97.1	1.65	1.58
Nitratos NO <sub>3</sub>	0.42 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	- 0.10		93.9	1.65	1.57
Oxígeno disuelto	7.07 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	-- -		-	-	-
pH	7.80 -		0.11	91.9	1.80	1.64
Sólidos disueltos totales	11.60 mg L <sup>-1</sup>		0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura	25.50 °C	-- 0.10	-2.50	83.5	-	1.56
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C			-	-	-
Turbidez	4.20 uT		0.08	88.3	1.50	1.43
Saturación de OD	100.0 %		0.17	95.4	2.38	2.17
			1.00	IQ: 86.7	86.2	
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Cola 2017 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T1wi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	3 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	83.8	2.12	2.03
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	1.84 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	79.3	1.62	1.62
Fosfato total	0.05 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	93.9	1.65	1.57
Nitratos NO <sub>3</sub>	0.41 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	-	0.10	93.9	1.65	1.57
Oxígeno disuelto	6.59 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	--	-	-	-	-
pH	6.58 -		0.11	79.7	1.77	1.62
Sólidos disueltos totales	11.60 mg L <sup>-1</sup>		0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura	20.00° C	--	0.10 3.00	89.2	-	1.57
Temperatura (sitio de referencia)	23.00° C			-	-	-
Turbidez	2.20 uT		0.08	92.0	1.50	1.44
Saturación de OD	85.0 %		0.17	86.0	2.33	2.13
			1.00	IQA:	85.9	86.2
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Cola 2018 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T1wi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	3 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	83.8	2.12	2.03
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	1.49 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	82.9	1.63	1.63
Fosfato total	0.13 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	84.6	1.63	1.56
Nitratos NO <sub>3</sub>	1.42 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	-	0.10	87.0	1.63	1.56
Oxígeno disuelto	6.43 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	--	-	-	-	-
pH	7.86 -		0.11	90.8	1.80	1.64
Sólidos disueltos totales	11.60 mg L <sup>-1</sup>		0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura	18.50° C	--	0.10 4.50	76.2	-	1.54
Temperatura (sitio de referencia)	23.00° C			-	-	-
Turbidez	1.10 uT		0.08	94.1	1.51	1.44
Saturación de OD	80.0 %		0.17	81.1	2.31	2.11
			1.00	IQA:	85.3	84.3
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Cola 2019 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T1wi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	9 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	67.4	2.05	1.96
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	1.42 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	83.6	1.63	1.63
Fosfato total	0.13 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	84.6	1.63	1.56
Nitratos NO <sub>3</sub>	1.24 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	-	0.10	88.2	1.64	1.57
Oxígeno disuelto	5.84 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	--	-	-	-	-
pH	7.24 -		0.11	94.4	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	11.60 mg L <sup>-1</sup>		0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura	17.00° C	--	0.10 6.00	65.0	-	1.52
Temperatura (sitio de referencia)	23.00° C			-	-	-
Turbidez	1.50 uT		0.08	93.4	1.50	1.44
Saturación de OD	70.0 %		0.17	69.8	2.24	2.06
			1.00	IQA:	80.4	78.6
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Centro 2010 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T1wi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	1 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	93.9	2.16	2.07
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	1.94 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	78.3	1.62	1.62
Fosfato total	0.06 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO <sub>3</sub>	0.11 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	-	0.10	96.0	1.65	1.58
Oxígeno disuelto	7.56 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	--	-	-	-	-
pH	8.14 -		0.11	83.4	1.78	1.63
Sólidos disueltos totales	75.50 mg L <sup>-1</sup>		0.07	85.1	1.49	1.36
Temperatura	24.10° C	--	0.10 -1.10	88.8	-	1.57
Temperatura (sitio de referencia)	23.00° C			-	-	-
Turbidez	5.00 uT		0.08	86.8	1.49	1.43
Saturación de OD	106.0 %		0.17	96.3	2.38	2.17
			1.00	IQA:	89.7	89.6
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Centro 2011 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T iwi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	2 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	86.3	2.13	2.04
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	1.94 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	78.3	1.62	1.62
Fosfato total	0.06 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO <sub>3</sub>	0.11 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	- 0.10	96.0	1.65	1.58	
Oxígeno disuelto	6.04 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	--	-	-	-	-
pH	7.42 -		0.11	95.3	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	0.00 mg L <sup>-1</sup>		0.07	81.8	1.49	1.36
Temperatura	22.50 °C	-- 0.10	0.50	115.3	-	1.61
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C	--	-	-	-	-
Turbidez	4.00 uT		0.08	88.6	1.50	1.43
Saturación de OD	84.0 %		0.17	85.1	2.33	2.13
			1.00	IQA:	87.7	90.0
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Centro 2012 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T iwi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	2 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	88.2	2.14	2.05
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	1.54 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	82.4	1.62	1.62
Fosfato total	0.06 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO <sub>3</sub>	0.17 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	- 0.10	95.6	1.65	1.58	
Oxígeno disuelto	7.05 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	--	-	-	-	-
pH	7.69 -		0.11	93.6	1.80	1.65
Sólidos disueltos totales	67.60 mg L <sup>-1</sup>		0.07	85.1	1.49	1.36
Temperatura	24.80 °C	-- 0.10	-1.80	86.2	-	1.56
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C	--	-	-	-	-
Turbidez	13.00 uT		0.08	73.9	1.47	1.41
Saturación de OD	99.0 %		0.17	95.0	2.38	2.17
			1.00	IQA:	89.0	88.7
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Centro 2013 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T iwi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	9 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	67.4	2.05	1.96
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	1.11 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	87.0	1.63	1.63
Fosfato total	0.06 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO <sub>3</sub>	0.11 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	- 0.10	96.0	1.65	1.58	
Oxígeno disuelto	6.38 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	--	-	-	-	-
pH	7.60 -		0.11	94.6	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	60.50 mg L <sup>-1</sup>		0.07	85.1	1.49	1.36
Temperatura	22.00 °C	-- 0.10	1.00	109.6	-	1.60
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C	--	-	-	-	-
Turbidez	1.03 uT		0.08	94.3	1.51	1.44
Saturación de OD	86.0 %		0.17	86.8	2.34	2.14
			1.00	IQA:	86.1	88.0
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Centro 2014 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T iwi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	2 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	88.2	2.14	2.05
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	1.98 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	77.9	1.61	1.61
Fosfato total	0.06 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	92.2	1.64	1.57
Nitratos NO <sub>3</sub>	0.00 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	- 0.10	96.9	1.65	1.58	
Oxígeno disuelto	5.66 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	--	-	-	-	-
pH	7.47 -		0.11	95.2	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	70.60 mg L <sup>-1</sup>		0.07	85.1	1.49	1.36
Temperatura	23.00 °C	-- 0.10	0.00	93.0	-	1.57
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C	--	-	-	-	-
Turbidez	41.00 uT		0.08	43.6	1.40	1.35
Saturación de OD	77.0 %		0.17	77.9	2.29	2.10
			1.00	IQA:	81.5	82.6
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Centro 2015 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T iwi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	2 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	86.3	2.13	2.04
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	0.96 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	88.7	1.64	1.64
Fosfato total	0.10 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	87.7	1.64	1.56
Nitratos NO <sub>3</sub>	0.51 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	- 0.10		93.2	1.65	1.57
Oxígeno disuelto	6.09 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	--	-	-	-	-
pH	7.62 -		0.11	94.4	1.81	1.65
Sólidos disueltos totales	451.00 mg L <sup>-1</sup>		0.07	39.2	1.39	1.29
Temperatura	20.00° C	-- 0.10	3.00	89.2	-	1.57
Temperatura (sitio de referencia)	23.00° C			-	-	-
Turbidez	4.08 uT		0.08	88.5	1.50	1.43
Saturación de OD	79.0 %		0.17	80.1	2.30	2.11
			1.00	IQA:	81.4	82.9
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Centro 2016 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T iwi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	4 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	81.5	2.11	2.02
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	1.06 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	87.6	1.64	1.64
Fosfato total	0.02 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	97.1	1.65	1.58
Nitratos NO <sub>3</sub>	1.92 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	- 0.10		83.8	1.63	1.56
Oxígeno disuelto	6.25 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	--	-	-	-	-
pH	8.32 -		0.11	77.2	1.76	1.61
Sólidos disueltos totales	52.40 mg L <sup>-1</sup>		0.07	84.9	1.49	1.36
Temperatura	24.70° C	-- 0.10	-1.70	86.5	-	1.56
Temperatura (sitio de referencia)	23.00° C			-	-	-
Turbidez	2.00 uT		0.08	92.4	1.50	1.44
Saturación de OD	89.0 %		0.17	89.3	2.35	2.15
			1.00	IQA:	86.1	86.2
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Centro 2017 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T iwi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	3 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	83.8	2.12	2.03
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	2.97 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	69.0	1.59	1.59
Fosfato total	0.06 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	93.1	1.65	1.57
Nitratos NO <sub>3</sub>	0.41 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	- 0.10		93.9	1.65	1.57
Oxígeno disuelto	7.04 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	--	-	-	-	-
pH	7.83 -		0.11	91.4	1.80	1.64
Sólidos disueltos totales	74.40 mg L <sup>-1</sup>		0.07	85.1	1.49	1.36
Temperatura	20.00° C	-- 0.10	3.00	89.2	-	1.57
Temperatura (sitio de referencia)	23.00° C			-	-	-
Turbidez	1.68 uT		0.08	93.0	1.50	1.44
Saturación de OD	91.0 %		0.17	90.8	2.36	2.15
			1.00	IQA:	87.2	87.2
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

Informe Centro 2018 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	T iwi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	3 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	83.8	2.12	2.03
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	1.46 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	83.2	1.63	1.63
Fosfato total	0.13 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	84.6	1.63	1.56
Nitratos NO <sub>3</sub>	1.18 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>	- 0.10		88.6	1.64	1.57
Oxígeno disuelto	6.44 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	--	-	-	-	-
pH	7.76 -		0.11	92.6	1.80	1.65
Sólidos disueltos totales	62.40 mg L <sup>-1</sup>		0.07	85.1	1.49	1.36
Temperatura	19.00° C	-- 0.10	4.00	80.3	-	1.55
Temperatura (sitio de referencia)	23.00° C			-	-	-
Turbidez	1.15 uT		0.08	94.0	1.51	1.44
Saturación de OD	82.0 %		0.17	83.1	2.32	2.12
			1.00	IQA:	86.3	85.6
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

## Informe Centro 2019 - Resultado: Bueno

Variables	Resultados	Unidades	Tíwi (NSF)	q	COMITES	NSF
Coliformes termotolerantes	4 NMP 100 mL <sup>-1</sup>		0.16	79.0	2.10	2.01
Demandra Bioquímica de Oxigeno DBO <sub>5</sub>	1.64 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>		0.11	81.3	1.62	1.62
Fosfato total	0.13 mg L <sup>-1</sup> , PO <sub>4</sub> -P		0.10	84.6	1.63	1.56
Nitratos NO <sub>3</sub>	1.01 mg L <sup>-1</sup> , NO <sub>3</sub>		0.10	89.7	1.64	1.57
Oxígeno disuelto	6.29 mg L <sup>-1</sup> , O <sub>2</sub>	--	--	--	--	--
pH	7.95 -		0.11	88.7	1.79	1.64
Sólidos disueltos totales	11.60 mg L <sup>-1</sup>		0.07	82.8	1.49	1.36
Temperatura	17.00 °C		-- 0.10	6.00 65.0	-	1.52
Temperatura (sitio de referencia)	23.00 °C				-	-
Turbidez	2.20 uT		0.08	92.0	1.50	1.44
Saturación de OD	77.0 %		0.17	77.9	2.29	2.10
			1.00	IQA:	83.5	81.3
				CLASIFICACIÓN	BOM	BOM

