

Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la Amazonia- CORPOAMAZONIA



**INFORME FINAL:**

**RESULTADOS DEL MONITOREO DEL AGUA EN FUENTES HÍDRICAS PRIORIZADAS DEL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ**

PRESENTADO POR:

Sol Yadira Torres Viveros  
Alejandra Milena Carvajal Hernández  
Julián Quiroga Buchelly  
Juliana Navisoy Sánchez

SUBDIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL

San Miguel Agreda de Mocoa, febrero de 2021

# 1. INTRODUCCIÓN

La Política para la Gestión Integral del Recurso Hídrico enmarca todas las normativas técnicas relacionadas al monitoreo del recurso hídrico. Esta normativa fue emitida en el año 2010 por el Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible – MADS y establece un marco de actuación en el marco de la política de este recurso, obligando a las Autoridades Ambientales a la adopción de una serie de medidas dirigidas a que los cuerpos de agua alcancen los objetivos de calidad de agua deseados. La manera de alcanzar dichos objetivos es la planificación hidrológica, la que se ha de elaborar a partir de un diagnóstico del estado de cada una de las masas de agua.

Dentro de la política se encuentra la estrategia 3.3 relacionada al *monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad del agua* que permite articular y optimizar las redes y articular los programas institucionales de monitoreo del agua mediante acciones como los protocolos de monitoreo. En relación de la cantidad del agua se encuentra la estrategia 1.1 relacionada al conocimiento para tener balances hídricos confiables y estrategia 2.1 es la *caracterización y cuantificación de la demanda del agua en cuencas priorizadas*

Uno de los instrumentos de la política para poder obtener los datos necesarios para la elaboración del diagnóstico de la problemática de los cuerpos de agua en cada subzona hidrográfica, abordada por la planificación hidrológica, son los programas de seguimiento y control del estado de los cuerpos de agua que permitan conocer el estado ecológico o el potencial ecológico y el estado químico de las aguas superficiales.

En cumplimiento del Decreto 1667 de 2012 compilado en el Decreto 1076 de 2015 a continuación se presentan los principales resultados de monitoreo de fuentes hídricas con la evaluación del estado actual de la calidad de agua de las principales fuentes receptoras de vertimientos en el departamento de Caquetá, el cual se estableció como línea base para la definición de los objetivos de calidad de la jurisdicción del periodo 2021-2030 adoptados mediante resolución de Corpoamazonia No. 1264 de 2020 y proceso de establecimiento de metas de cargas contaminantes para el quinquenio 2021-2025.

## 2. MARCO NORMATIVO

Desde la Constitución Política de 1991 se estableció en el artículo 8 la obligación del Estado y de las personas para proteger las riquezas culturales y naturales de la nación y en concordancia con los artículos 79 y 80 el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación ambiental para garantizar el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución; debiendo prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y

exigir la reparación de los daños causados.

Así mismo, en la Ley 99 de 1993, se asigna responsabilidades a todos los actores ambientales del país frente a la protección y recuperación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, lo que constituye una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado.

Entre los objetivos primordiales de la Política Ambiental del país, la Gestión Integral del Recurso Hídrico, promueve el manejo y desarrollo coordinado de este recurso, en interacción con los demás recursos naturales renovables, maximizando el bienestar ambiental, social y económico de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales, previniendo la contaminación del recurso mediante la aplicación de estrategias e instrumentos ambientales y económicos.

Los instrumentos económicos en materia ambiental consagran la figura de la tasa retributiva por la utilización directa o indirecta de la atmósfera, el agua y el suelo como receptor de vertimientos puntuales. En el artículo 42 de la Ley 99 de 1993, modificado por el artículo 211 de la Ley 1450 del 2011, dispone que " (...) *para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que sean resultado de actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, o actividades económicas o de servicio, sean o no lucrativas, se sujetará al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas de las actividades expresadas (...)*".

En el plan de Gestión Ambiental Regional 2018-2038 y el Plan de Acción de Corpoamazonia 2020-2023 se definen en el marco de la Gestión Integral del agua programas, proyectos y actividades encaminados a la disminución de las cargas contaminantes para las principales fuentes hídricas de la jurisdicción.

A continuación, se presentan las principales leyes, decretos y resoluciones que han orientado la aplicación de los instrumentos económicos a nivel nacional

Norma	Descripción
Decreto-Ley 2811 de 1974	Mediante el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, establecido en el Decreto Ley 2811 de 1974. En el Artículo 18 correspondiente al título III "tasas retributivas de servicios ambientales", se establece que la utilización directa o indirecta de la atmósfera, de los ríos, arroyos, lagos y aguas subterráneas, y de la tierra y el suelo, con el fin de recibir los desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, podrán sujetarse al pago de tasa retributiva
Decreto 1541 de 1978	En el Decreto 1541 de 1978, mediante el título X, se hace mención en el Artículo 232 la

	<p>competencia del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente –INDERENA (actualmente liquidado) para fijar la cuantía y la forma de pago de la tasa retributiva, con el fin de compensar los gastos de mantenimiento de la renovabilidad de los recursos naturales renovables y en el artículo 233 cabe resaltar que se hace mención que en ningún caso el pago de la tasa exonera del cumplimiento de las obligaciones relativas a la calidad de los efluentes que se permita descargar en una fuente receptora.</p>
Decreto 1594 de 1984	<p>Se confirma la definición de tasa retributiva en el Artículo 142 en la cual manifiesta que la utilización directa o indirecta de los ríos, arroyos, lagos y aguas subterráneas para introducir o arrojar en ellos desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen y sustancias nocivas que sean resultado de actividades lucrativas, se sujetar al pago de tasas retributivas del servicio de eliminación o control de las consecuencias de las actividades nocivas expresadas y estableció un modelo de cálculo mediante el Artículo 143.</p>
Ley 99 de 1993	<p>Mediante la Ley 99 de 1993 se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la Gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, y se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA. En el artículo 42 se define que las tasas retributivas y compensatorias por concepto de la utilización directa o indirecta de la atmósfera, el agua y el suelo como receptor de vertimientos puntuales por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, dará lugar al cobro de tasas fijadas por el Gobierno Nacional que se destinarán a proyectos de inversión en descontaminación y monitoreo de la calidad del recurso respectivo.</p>
Resolución 1433 de 2004	<p>Reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV; define el horizonte de planificación, presentación de información a las autoridades ambientales, evaluación, aprobación, seguimiento, control, régimen de transición y medidas preventivas y sancionatorias.</p>

Decreto 3930 de 2010 (Compilado en el Decreto 1076 de 2015)	Mediante este decreto se establece el proceso de planificación para el ordenamiento del recurso hídrico, los criterios de priorización, los usos del agua, criterios de calidad, permisos de vertimiento, planes de cumplimiento, plan de reconversión a tecnologías limpias en gestión de vertimientos y reglamentación de vertimientos
Decreto 2667 de 2012 (Compilado en el Decreto 1076 de 2015)	Deroga el Decreto 3100 de 2003 y reglamenta el instrumento económico tasa retributiva en lo referente al establecimiento de metas de carga contaminante, cálculo de la tarifa, monto y recaudo de la tasa.
Decreto único reglamentario 1076 de 2015	El Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015, en el Capítulo 7: “Tasas Retributivas por vertimientos puntuales al agua”, compila las disposiciones jurídicas aplicables al instrumento económico objeto de análisis
Resolución 0631 de 2015	Por medio de esta resolución, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a los cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público, clasificando las aguas residuales en domésticas y no domésticas. Por otra parte, define que, durante la aplicación del régimen de transición, las Autoridades Ambientales competentes deberán revisar y ajustar las metas individuales y grupales conforme a los límites máximos permisibles establecidos por esta resolución
Decreto 2141 de 2016	Con este decreto se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, en lo relacionado con el ajuste a la tasa retributiva, reglamentando las condiciones bajo las cuales las autoridades ambientales verificarán los motivos que dieron lugar al incumplimiento de las obras incluidas en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos -PSMV, por razones no imputables a los prestadores del servicio público de alcantarillado, y que dan lugar a ajustar el cálculo de factor regional de la tasa retributiva

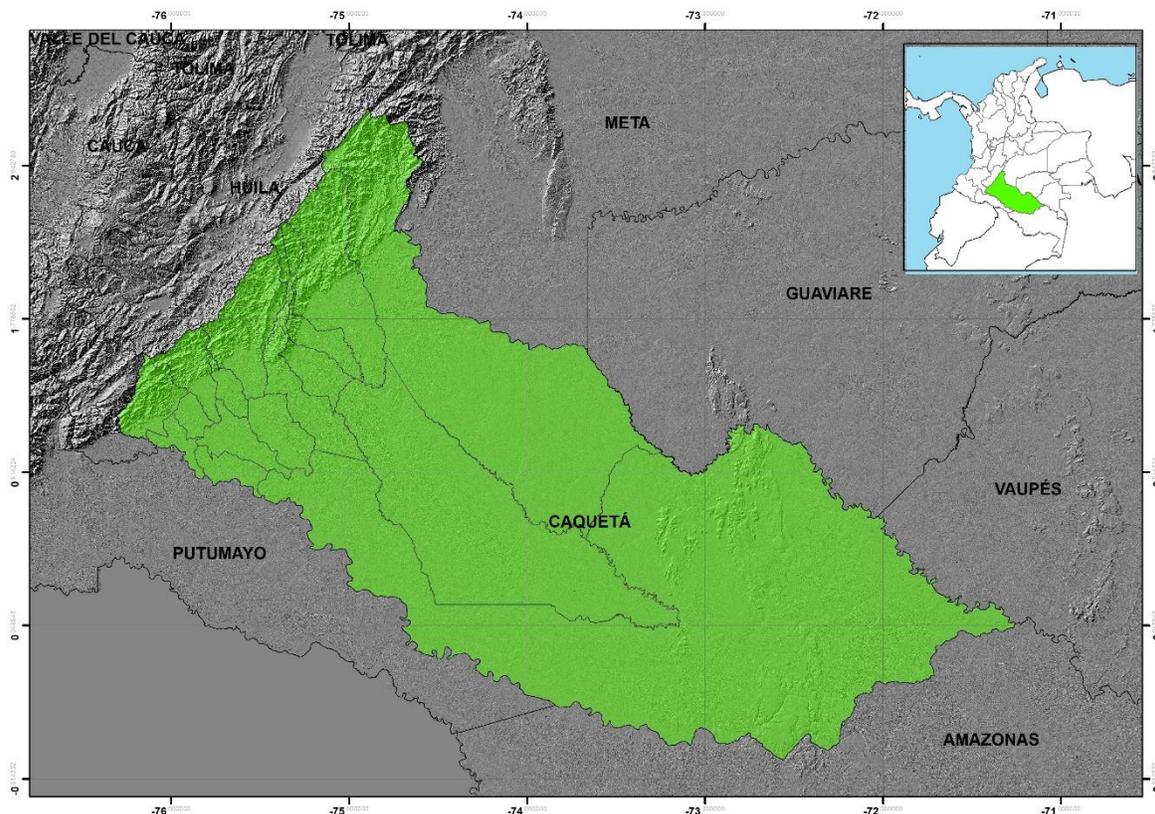
A nivel nacional se cuenta con los siguientes documentos soportes que permiten tener información adicional para determinar las variables químicas a realizar, las frecuencias de muestreo, etc. Estos documentos son:

- Protocolo de Monitoreo del agua del IDEAM realizado en el año 2007 por el IDEAM. (IDEAM, 2007)
- Evaluaciones Regionales del Agua (ERA) en el año 2013 las cuales establecen lineamientos para el levantamiento de información del recurso hídrico (IDEAM, 2013).
- El Ministerio de Ambiente publicó en el año 2014 la guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas- POMCAS establece la caracterización y estimación de la oferta, demanda, balances hídricos, evaluación de la calidad de agua existente y el cálculo de diferentes índices, que, aunque no necesariamente establece protocolos de monitoreo si es importante una línea base de la información para la cual debe existir información de monitoreo.
- Resolución 0330 de 2017 por medio de la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico.
- Estudio Nacional del agua (ENA) en el año 2018 el cual establece lineamientos sobre el monitoreo del recurso hídrico a nivel nacional (IDEAM, 2018).
- Guía de Modelación del recurso hídrico en el año 2018 que establece la necesidad de un levantamiento de información para la calibración y validación del modelo conceptual lo cual requiere una caracterización fisicoquímica e hidrológica del cuerpo de agua, así como análisis de cargas contaminantes.
- El Ministerio de Ambiente publicó en el año 2018 la guía técnica para el ordenamiento del recurso hídrico continental superficial donde se prioriza para los cuerpos de agua el análisis de 60 parámetros de sistemas lóticos, lénticos y de vertimientos. Además, da una línea base para caracterizar las cuencas hidrográficas.
- Guía de caudal ambiental en el año 2019 adoptada mediante resolución MADS 2130 de 2019 establece la metodología para la estimación del régimen hidrológico natural y monitoreo de calidad y cantidad de aguas superficiales, especialmente para el río Bogotá, pero aplicable a otras fuentes hídricas.
- Guía de monitoreo de Recurso hídrico en ecosistemas de páramos del IAvH.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El Departamento de Caquetá se encuentra localizado al Sur del país, entre las coordenadas: 02°58'13" de Latitud Norte y 00°42'17" de Latitud Sur y entre los 71°18'39" de Longitud Oeste y los 76°19'35" de Longitud Oeste con relación al meridiano de Greenwich. Tiene una extensión de 88.965 Kilómetros cuadrados y ocupa el 7.8% del territorio nacional y el 22,9% del área que Colombia aporta a la Gran cuenca Amazónica.



#### PROGRAMA DE MONITOREO

En la tabla se presenta los parámetros que fueron analizados en el monitoreo de las fuentes hídricas priorizadas del departamento del Caquetá. En total fueron evaluados once (11) parámetros de once (11) fuentes hídricas. El monitoreo se realizó de manera puntual y en cada punto de muestreo se realizó la toma de muestras aguas arriba, aguas en la parte media y aguas abajo.

En cada una de las jornadas se realizó toma de muestras de agua y mediciones *in situ* de calidad de agua en tres sitios predeterminados que permitan identificar la capacidad de asimilación de los cuerpos de agua.

En cada municipio se seleccionó un tramo representativo del río o corriente a muestrear definido según representatividad del área en términos de distancia e influencia de actividad

antrópica, caminos rurales que facilitaron el acceso a los puntos de muestreo, y el uso de los cuerpos de agua, especialmente como fuente receptora de vertimientos domésticos.

Se distribuyó en cada fuente hídrica una parte alta (P1) donde se consideró una baja intervención antrópica. Posteriormente, una parte media (P2) donde se presentaba la descarga de un vertimiento municipal y finalmente una parte baja (P3) donde se pretendía realizar medición de la capacidad de asimilación de vertimientos. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta, los siguientes criterios:

- **Accesibilidad:** el punto de muestreo debe estar en un lugar fácilmente accesible con las vías de acceso vehicular y peatonal que sean necesarias, de tal manera que faciliten obtener las muestras y transportar la carga que implican los equipos y materiales de muestreo.
- **Representatividad:** el punto de recolección de las muestras debe ser lo más representativo posible de las características totales del cuerpo de agua, esto significa que el cuerpo de agua debe estar mezclado totalmente en el lugar de muestreo, relacionado específicamente con la turbulencia, velocidad y apariencia física del mismo, adquiriendo que la muestra sea lo más homogénea posible.
- **Seguridad:** el punto de muestreo, sus alrededores y las condiciones meteorológicas deben garantizar la seguridad de las personas responsables del muestreo, minimizando los riesgos de accidentes y de lesiones personales, es por esto que es recomendable tomar siempre todas las precauciones y utilizar los equipos de seguridad y de protección personal necesarios. En los ríos se debe prestar especial atención a posibles crecientes, deslizamientos o arrastre de objetos sólidos grandes hacia la corriente.

En cada jornada de campo, se realizó medición de parámetros fisicoquímicos *insitu* la cual mide entre otras, las siguientes variables:

Parámetro	Unidad de medida
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$
Temperatura del agua	$^{\circ}\text{C}$
Oxígeno disuelto	Mg/l
Saturación de oxígeno disuelto	%
pH	Unidades de pH

Adicionalmente, en compañía de un laboratorio acreditado por el IDEAM se tomaron las muestras de agua puntuales en frascos de vidrio esterilizados, superficialmente y en contra

corriente, permitiendo que quedara una cámara de aire en el frasco de aproximadamente un cuarto de su capacidad. Los frascos fueron debidamente rotulados y preservados en nevera para su transporte al laboratorio donde se analizaron los Coliformes Totales y Fecales (coliformes/100ml ó NMP). Se tomaron muestras de agua para análisis de Nitrógeno Total (mg/l), Fósforo Total (mg/l), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO-mg/l), Demanda Química de Oxígeno (DQO-mg/l), grasas y aceites y Sólidos Suspendidos Totales (SST- mg/l).

## 4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de las fuentes hídricas analizadas:

### a. COLIFORMES FECALES Y TOTALES

En los ríos priorizados en Caquetá se realizó la cuantificación de los microorganismos coliformes que corresponden al grupo de especies bacterianas con ciertas características bioquímicas en común y similares a la *Escherichia coli*, las cuales representan una importancia relevante como indicadores de contaminación del agua superficial. En la figura 1. Las Coliformes fecales se encuentran en valores de 1.8 NMP/100 ml a 92.000 NMP/100 ml. En general, estas concentraciones se encuentran dentro de los rangos máximos establecidos en los criterios de calidad de agua para consumo humano establecido hasta 20.000 NMP/100 ml y uso recreativo establecido en 5.000 NMP/100 ml en contacto secundario, a excepción del Río Guayas, Río Caguán, Río Fragua y Río La Montañita en la parte media. En este grupo se encuentran inmersas las bacterias de coliformes propiamente generadas por las heces de animales y demás organismos que se consideran como aquellas especies más potencialmente patógenas.

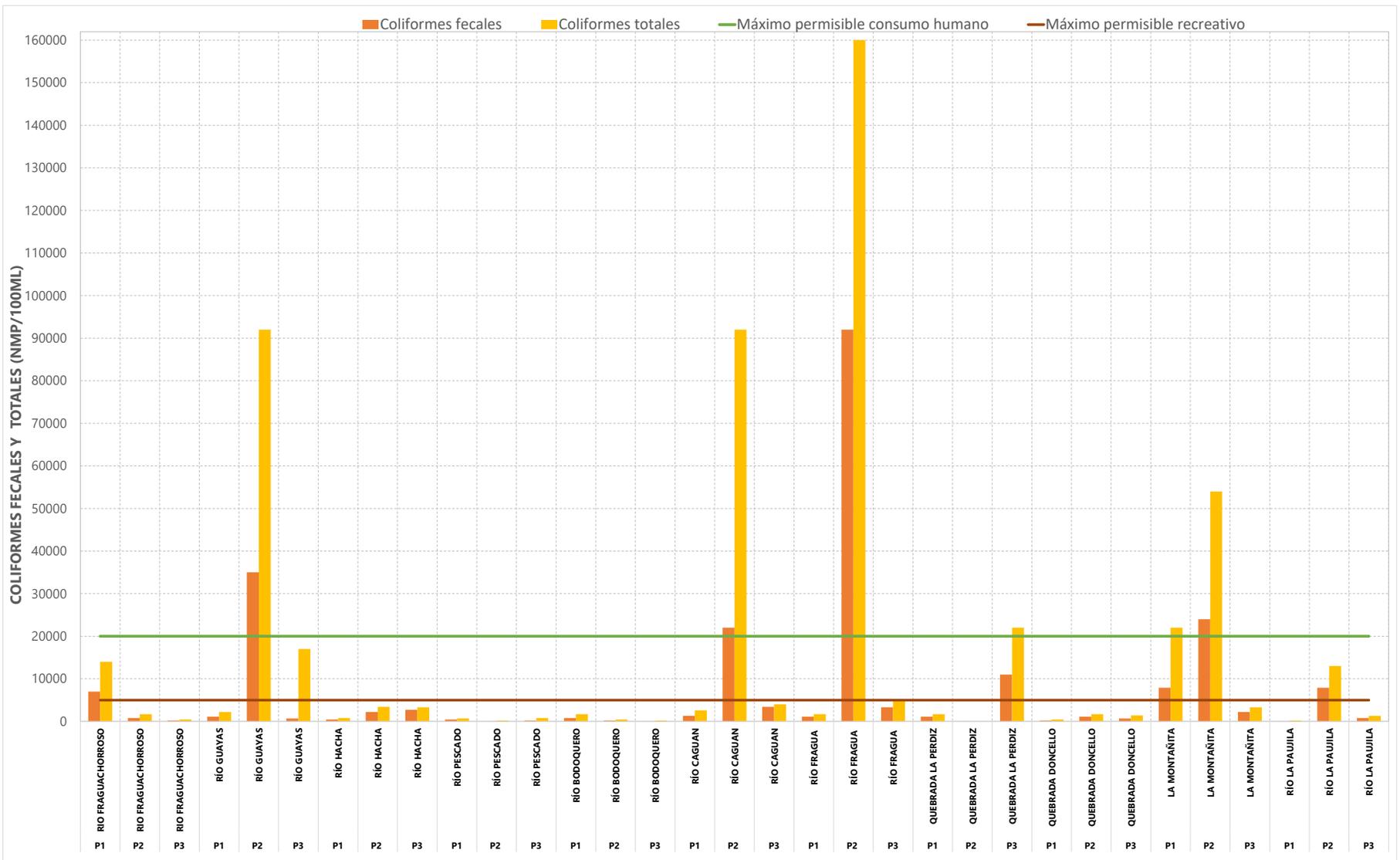


Figura 1. Coliformes Totales y fecales en las fuentes hídricas priorizadas del departamento del Caquetá.

Referente a las Coliformes fecales, el rango promedio se encuentra entre 1,8 NMP/100 ml y 160.000 NMP/100 ml, lo que indica que no se cumple con lo establecido en los criterios de calidad especialmente para uso recreativo que según el Decreto 1076 de 2015 lo establece en 200 NMP/100 ml, siendo mayor en el río Guayas, Caguán, Fragua, y La Montañita. Este valor además se considera superior a lo reportado por la normativa colombiana para agua potable (0 UFC). De forma similar, el agua con potencial para hábitat de peces sugiere un valor de 10 UFC, estando bastante por encima del valor sugerido. Esto señala el impacto de los vertimientos de aguas residuales domésticas en el punto medio establecido como estación de monitoreo de la fuente hídrica.

b. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO<sub>5</sub>)

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en la mayoría de los puntos de muestreo presentó valores menores al límite de detección del laboratorio correspondiente a <20.6 mg/l, a excepción del río la Montañita cuyo valor alcanza 25 mg/l. Estos valores corresponden a un rango de referencia y no un valor puntual dado por el límite de detección y metodología usada para el análisis de las muestras. Estos valores se encuentran dentro del límite máximo permisible de la norma de vertimientos domésticos Resolución 631 de 2015.

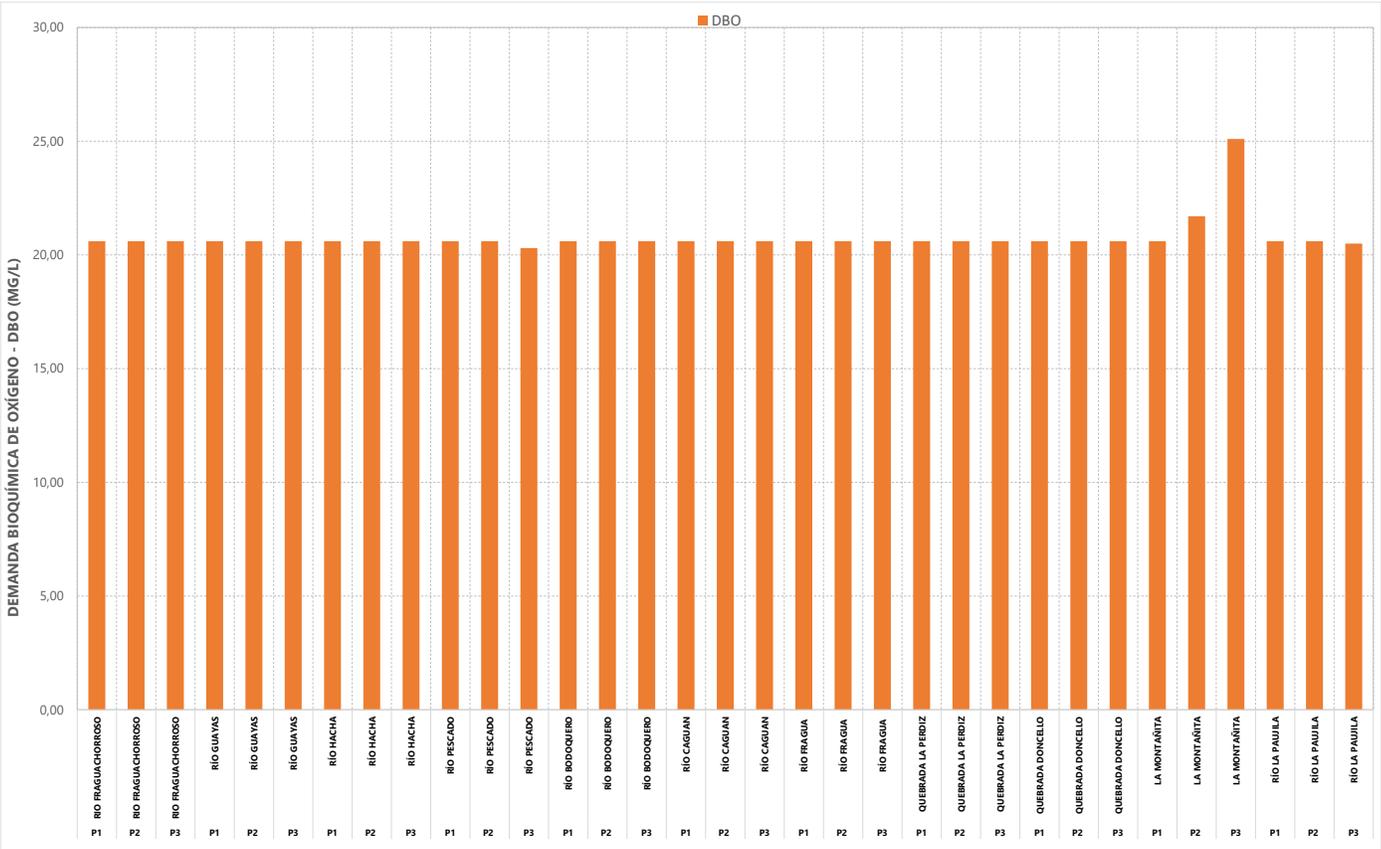


Figura 2. Concentración de DBO<sub>5</sub> en las fuentes hídricas priorizadas del departamento del Caquetá.

### c. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

La demanda química de oxígeno (DQO) en los puntos de muestreo presentó un rango entre 16.6 y 55.8 mg/l, siendo mayor en los puntos de muestreo de la parte media de la Quebrada La Perdiz, Río Bodoquero y Río La Montañita. Cabe resaltar que, algunas fuentes hídricas se encontraron por debajo del límite de detección de la técnica analítica correspondiente a <16.6 mg/l. de lo anterior, se concluye que los valores de DQO se encuentran dentro de los parámetros permisibles de la Resolución 631 de 2015 para vertimientos domésticos al agua superficial.

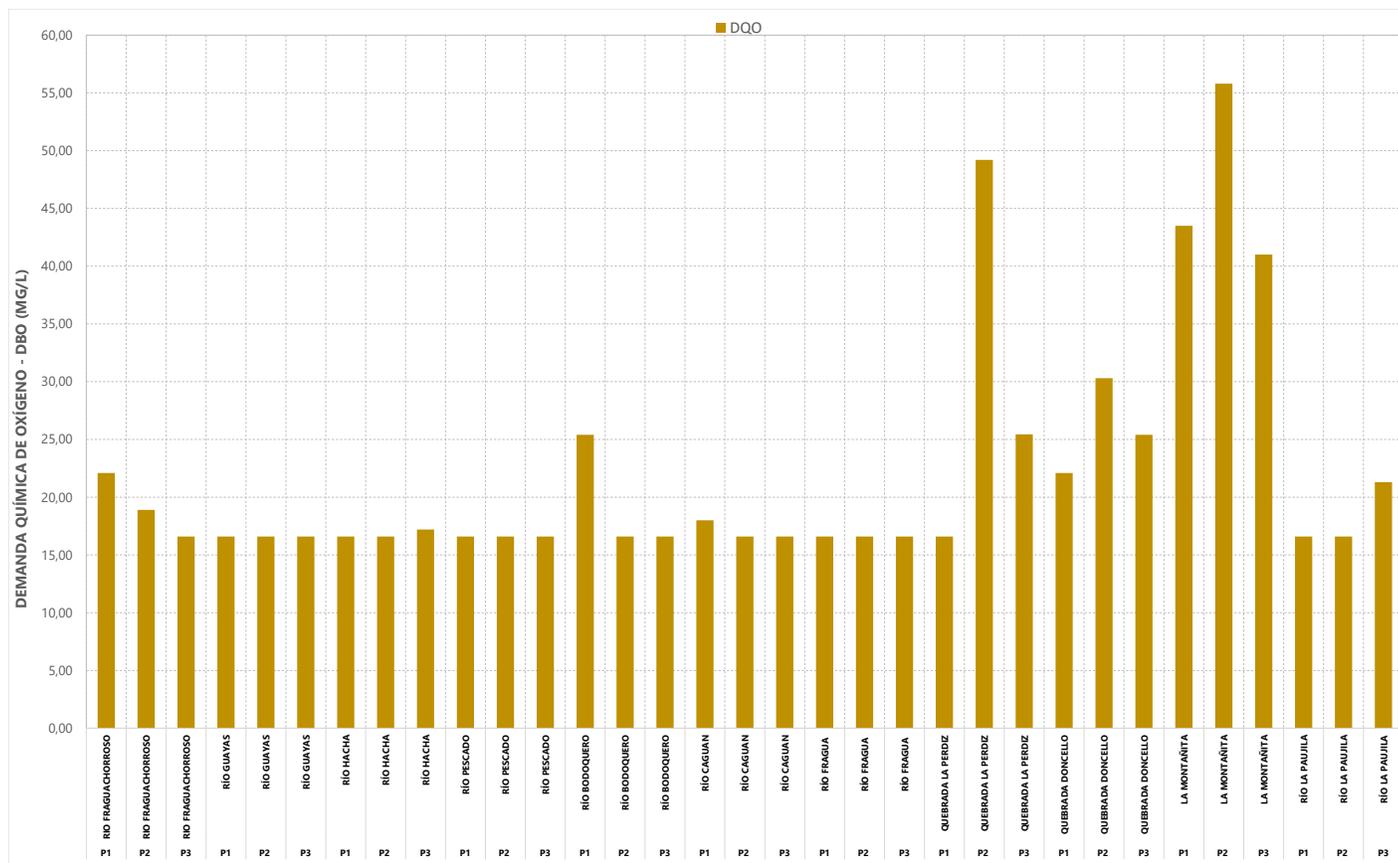


Figura 2. Concentración de DQO en las fuentes hídricas priorizadas del departamento del Caquetá.

### d. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Los sólidos suspendidos totales (SST) presentaron concentraciones entre 11.5 mg/l y 173 mg/l con un promedio de 32.5 mg/l. Los ríos Caguán y Quebrada Doncello son los que presentaron la mayor concentración de SST, no obstante, todos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de la Resolución 631 de 2015.

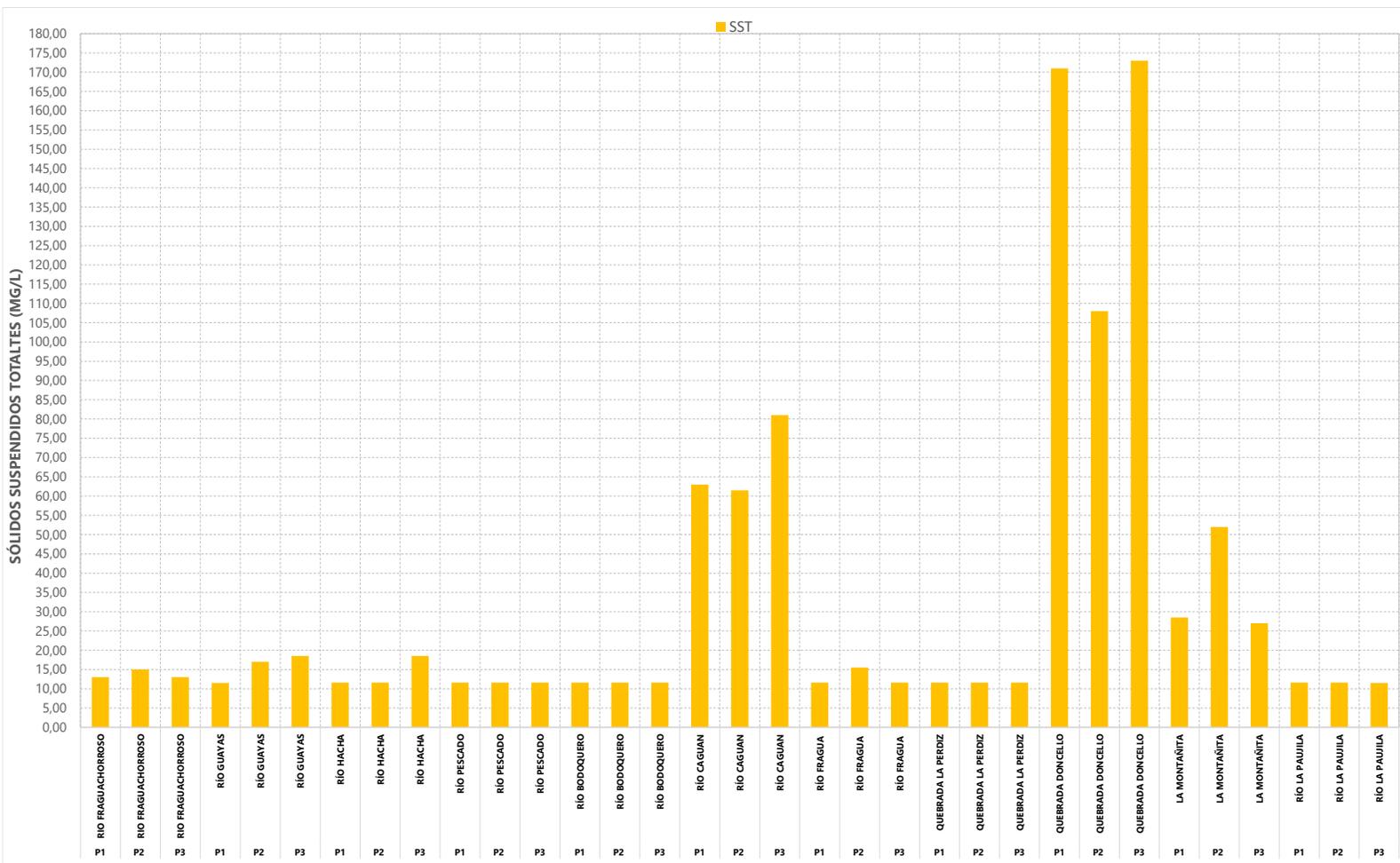


Figura 3. Concentración de SST en las fuentes hídricas priorizadas del departamento del Caquetá.

#### e. NITRÓGENO TOTAL Y FÓSFORO TOTAL

Para las fuentes hídricas del Caquetá, se registraron valores de Nitrógeno Total entre 5 mg/l y 8,89 mg/l, siendo mayores en el río La Montaña y Río La Paujila. Aunque la normatividad no establece un límite máximo permisible para este parámetro asociado a criterios de calidad, estos valores denotan concentraciones de amonio libre y compuestos orgánicos nitrogenados.

Por otro lado, los valores de fósforo total se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica analítica correspondiente a 0.063 mg P/l, a excepción del río Doncello donde se presenta valores de 0.63 mg/l. Aunque la normatividad asociada no establece un límite máximo permisible para este parámetro, los mencionados valores no representan riesgo para las fuentes de agua superficial objeto de estudio.

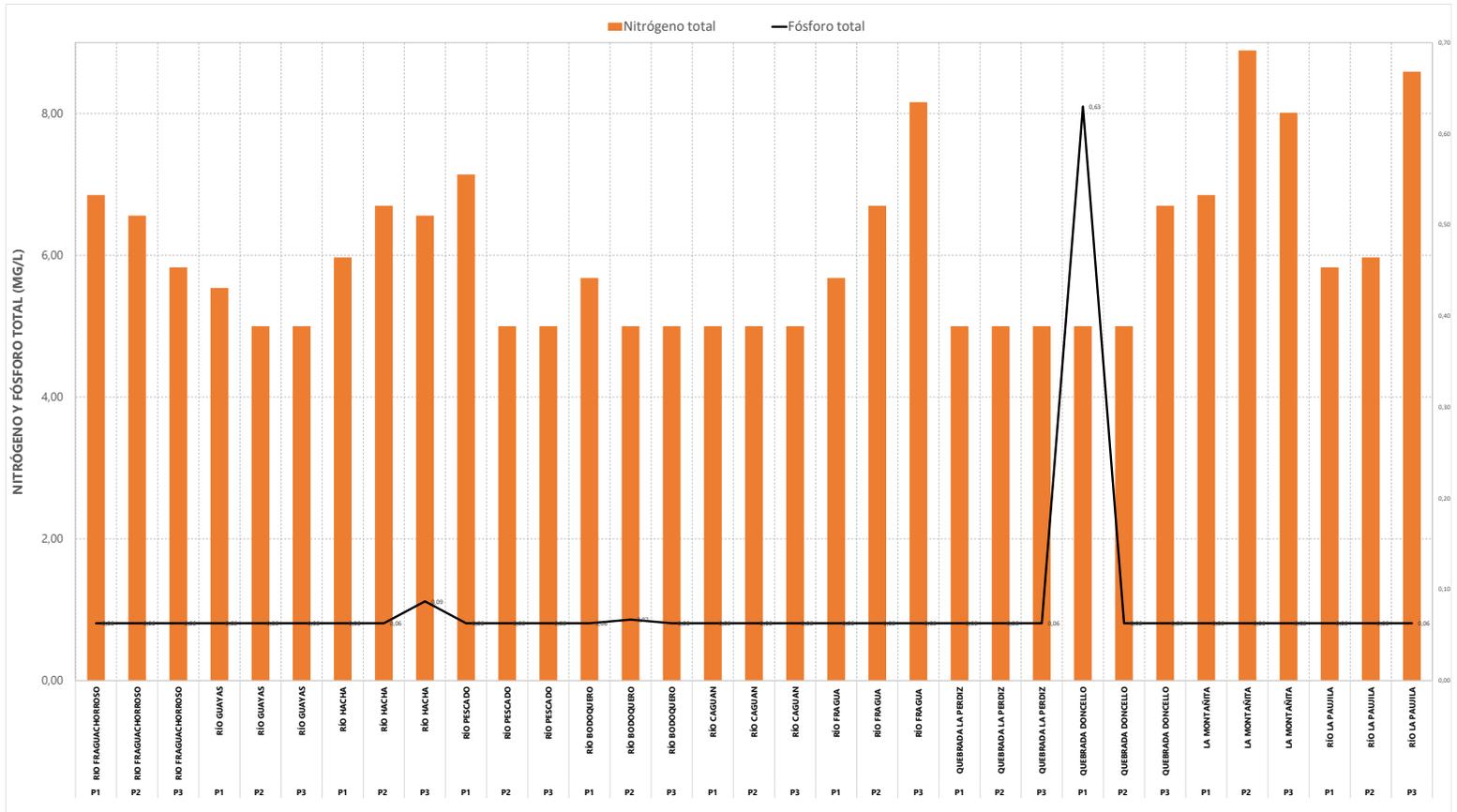


Figura 4. Concentración de nitrógeno y fósforo total en las fuentes hídricas priorizadas del departamento del Caquetá.

#### 4.6 ACEITES Y GRASAS

Algunas concentraciones reportadas en el análisis de aguas superficiales para aceites y grasas se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio con valores de 9,97 mg/l, a excepción de Río Guayas, Río Bodoquero, Quebrada La Perdiz y Río La Montañita quienes presentaron los valores mayores de grasas y aceites específicamente para la parte media (P2) de las fuentes hídricas muestreadas.

El Río la Montañita en su parte media (P2) se encuentra por encima del límite máximo permisible establecido en la Resolución 631 de 2015, cuyo valor máximo es de 20 mg/l. Este contaminante puede generar efectos negativos ya que interfieren con el intercambio de gases entre el agua y la atmósfera. No permiten el libre paso del oxígeno hacia el cuerpo de agua, ni la salida del CO<sub>2</sub> del agua hacia la atmósfera; en casos extremos pueden llegar a producir la acidificación del agua junto con bajos niveles del oxígeno disuelto, además de interferir con la penetración de la luz solar. Por tanto, de acuerdo con los resultados, esta fuente hídrica presenta contaminación por aceites y grasas.

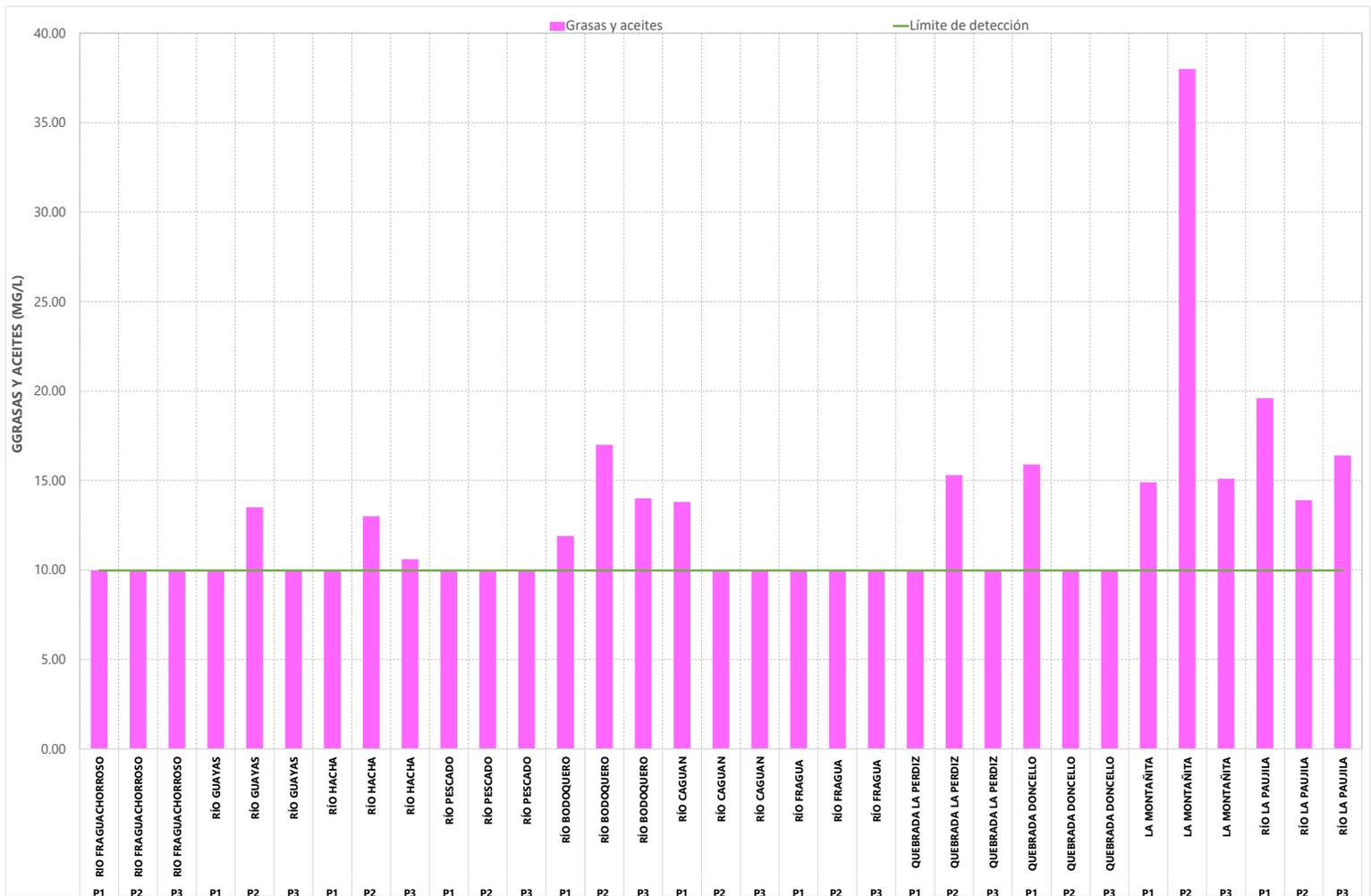


Figura 5. Concentración de grasas y aceites en las fuentes hídricas priorizadas del departamento del Caquetá.

De acuerdo con Eljaiek-Urzola et al (2019), los aceites y las grasas están presentes en las aguas residuales en un 10% aproximadamente con un rango de concentración entre 10 a 100 mg/l.

#### f. OXÍGENO DISUELTO Y PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE OXÍGENO

El oxígeno disuelto presenta un valor promedio de 9.6 mg/l cuyo valor más alto se registró en el río Hacha. En general, el resultado de la concentración de oxígeno para los puntos de monitoreo se considera dentro del rango promedio para la mayoría de fauna acuática tropical cuyos valores especialmente para hábitats de peces se establece que debe ser mayor a 4 mg/l.

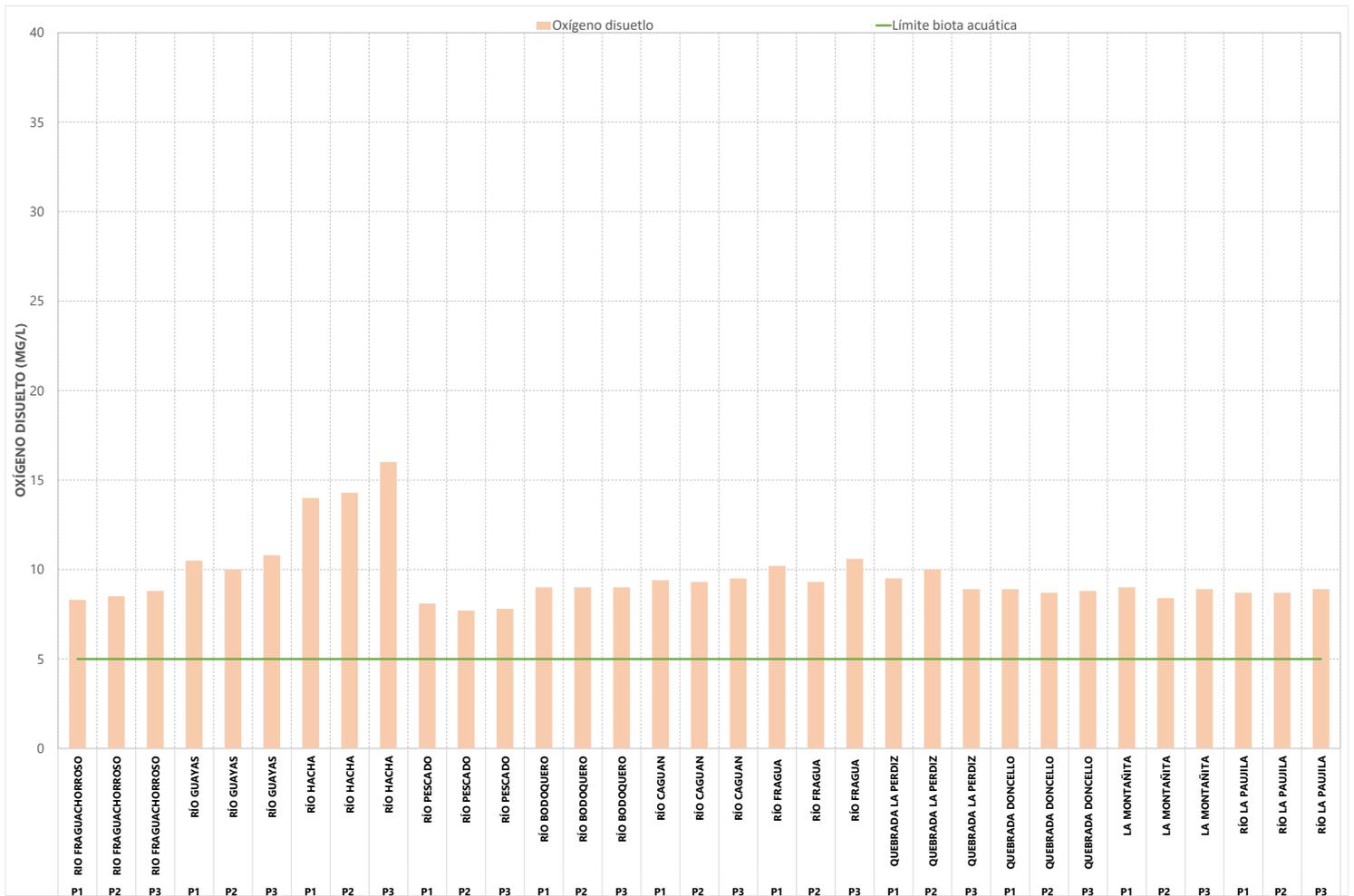


Figura 6. Concentración de oxígeno disuelto en las fuentes hídricas priorizadas del departamento del Caquetá.

Por su parte, la saturación de oxígeno disuelto promedio de las fuentes hídricas monitoreadas tuvo un valor promedio de 131% siendo mayor en el Río Fraguachorroso y Río Fragua. De acuerdo con los criterios de calidad para uso recreativo establecido en el Decreto 1594 de 1984 compilado en el Decreto 1076 de 2015, todos los puntos de muestreo se encuentran dentro del rango promedio destinado para este uso, cuyo valor es de 70% de saturación de oxígeno.

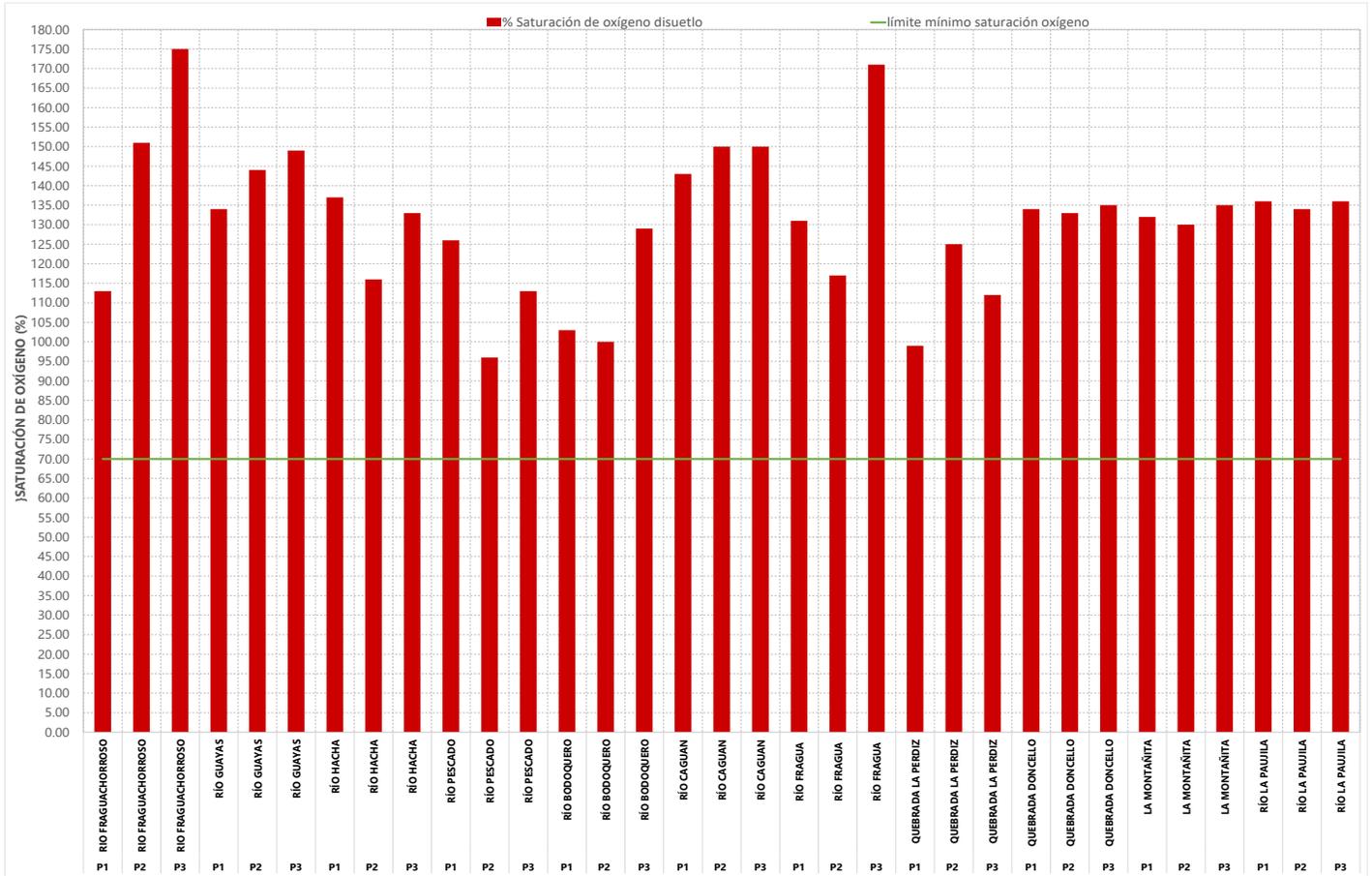


Figura 7. Concentración de saturación de oxígeno disuelto en las fuentes hídricas priorizadas del departamento del Caquetá.

### g. pH

El pH de los puntos de muestreo presentan valores entre 4.1 a 7.81. En general, se observa que la medición del pH se encuentra dentro del rango normal de este parámetro, siendo óptimo para la vida acuática, cuyos valores encuentran en el rango de 6.5-8.5, y en el rango de los criterios de calidad establecidos para consumo humano, uso estético y uso recreativo cuyos rangos óptimos se encuentran entre 5 a 9. No obstante, el río Caguán, Quebrada La Perdiz y Quebrada Doncello presentaron valores por debajo de 5 lo que indica condiciones de acidez en estas fuentes hídricas producto de los vertimientos domésticos existentes.

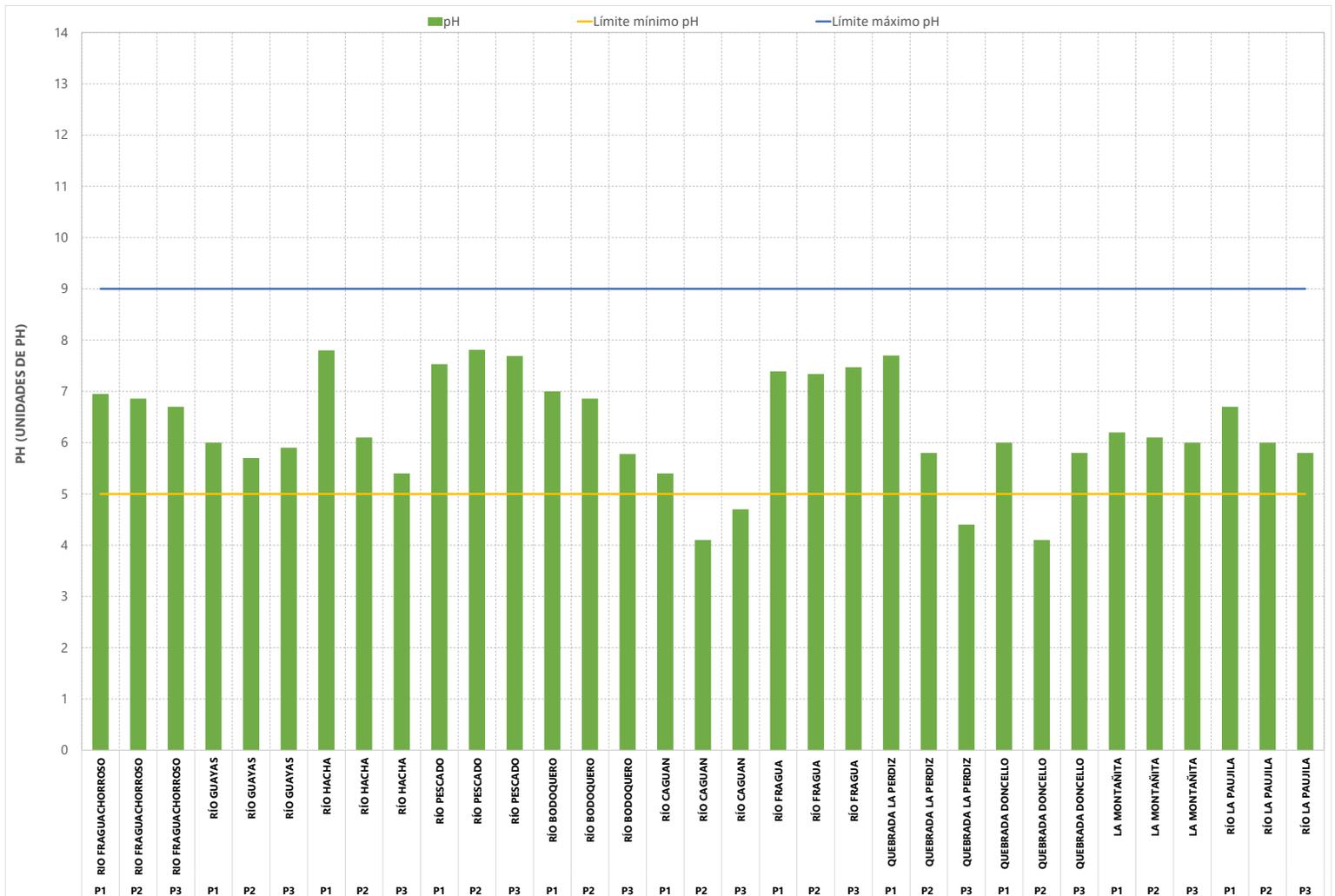


Figura 8. Concentración de pH en las fuentes hídricas priorizadas del departamento del Caquetá.

#### h. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La conductividad presenta un valor promedio de 27.51  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , el mayor valor se presentó en la parte media del río Fragua y en el río fraguachorroso. Los valores de conductividad reportados se encuentran dentro del rango establecido para ríos de montaña, el cual es de 30 – 60  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . No obstante los ríos Fraguachorroso y Fragua presentan valores por encima de este criterio, lo que evidencia en la parte baja un nivel de contaminación ocasionado por los vertimientos domésticos y otros aportes de iones a los cuerpos de agua.

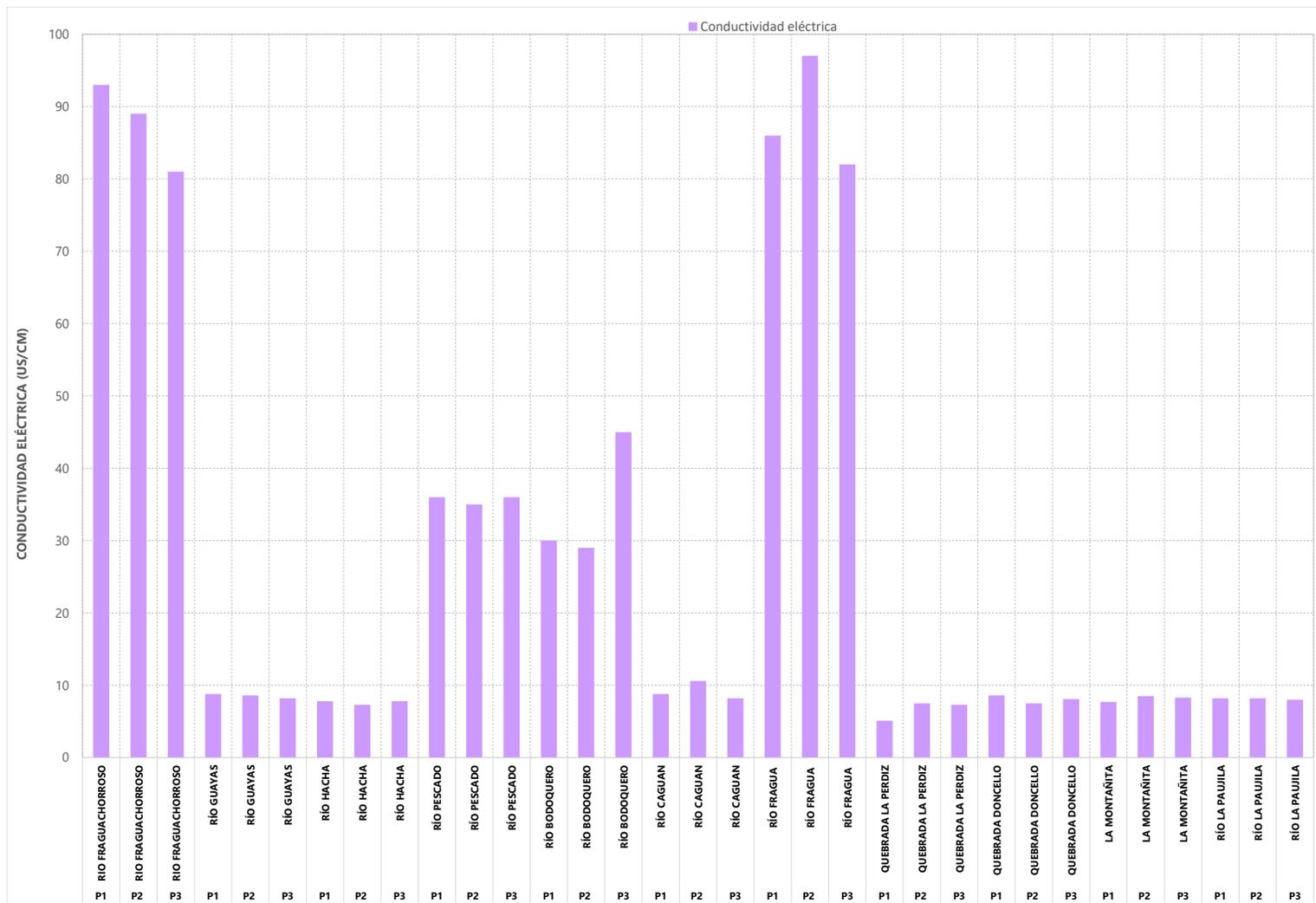


Figura 9. Concentración de conductividad eléctrica en las fuentes hídricas priorizadas del departamento del Caquetá

### i. TEMPERATURA DEL AGUA

Referente a la temperatura del agua, los puntos de muestreo presentan valores de temperatura entre 22.9 y 30.7 °C. Estos valores se encuentran dentro del rango óptimo (< 35 °C) establecido para la biota acuática.

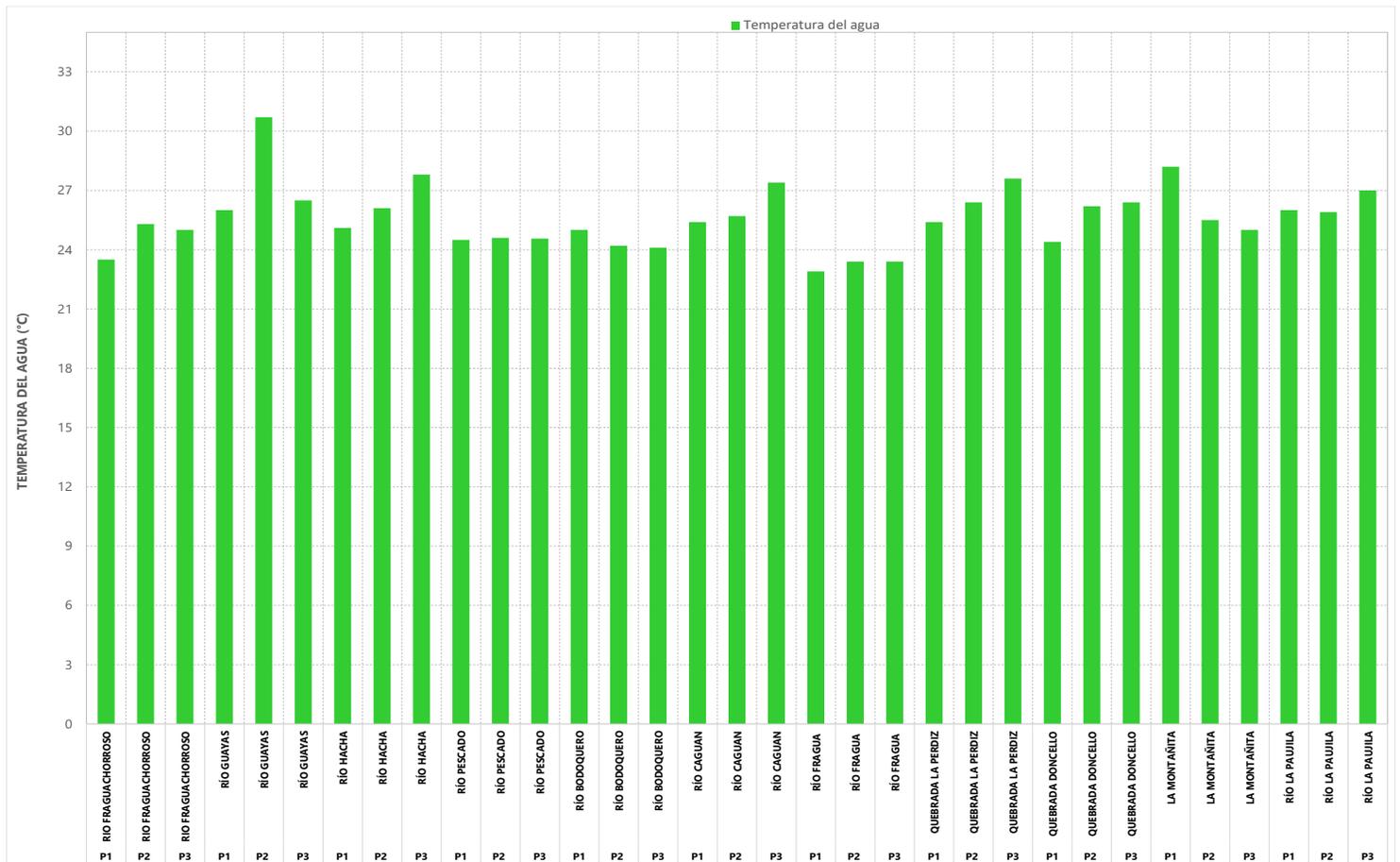


Figura 10. Valores de temperatura del agua en las fuentes hídricas priorizadas del departamento del Caquetá.

## 5. CONCLUSIONES

Los parámetros físico-químicos y el análisis microbiológico para diferentes fuentes de agua doméstica se compararon en relación con las pautas de la OMS para la calidad del agua potable y los criterios de calidad de agua del decreto 1076 de 2015.

La tendencia del pH en el presente estudio, es ligeramente ácida para los puntos de muestreo de la Quebrada Perdiz, Río Doncello, Río Caguán, y con condiciones neutras para el resto de fuentes hídricas. El rango de pH cayó dentro del rango estándar aceptable para el agua potable de 6,5 a 8,5 y de los criterios de calidad correspondientes a 5- 9.

Por otro lado, La temperatura es uno de los principales parámetros físicoquímicos que se utilizan para evaluar la calidad del agua para el consumo humano y controlar muchas actividades en los cuerpos de agua, como la velocidad de las reacciones químicas, la reducción de la solubilidad de los gases y la amplificación de los sabores y colores del agua. En las fuentes de estudio, la temperatura del agua osciló entre 22.9 y 30.7 °C. La temperatura

media del agua observada durante el período de estudio estuvo dentro del límite estándar permisible para biota acuática.

La conductividad eléctrica mide el grado de iones en el agua. Para la mayor parte de los puntos de muestreo se presentaron valores bajos. La conductividad baja indica que el agua recibe poca cantidad de sustancias inorgánicas disueltas en forma ionizada. La reducción de la conductividad observada en el área de estudio podría atribuirse al efecto de dilución del aumento del volumen de agua dentro de los cuerpos de agua durante la temporada de lluvias.

Igualmente, se presentan bajas concentraciones de materia orgánica y sólidos suspendidos por vertimiento directo sin tratamiento de aguas residuales domésticas y otras actividades como agropecuarias cercanas a las fuentes de agua.

El oxígeno disuelto es de gran importancia para todos los organismos vivos; su presencia en cuerpos de agua puede resultar de la difusión directa del aire o de la producción por autótrofos a través de la fotosíntesis. Los valores de OD observados durante este período de estudio de las fuentes de agua superficial están dentro de los límites de la OMS y criterios de calidad para la biota acuática.

En general, cada parámetro mostró variación en los datos de los ríos de la parte alta (P1) y parte baja de (P3) siendo la calidad del agua del río influenciada especialmente por la actividad humana. Esto está en línea con la evidencia de que el aumento de la contaminación del agua es causado por los flujos de agua de aguas arriba a aguas abajo y las actividades humanas.

El rango de fosfato observado en este estudio es bajo debido a que no hay filtraciones de escorrentías o descargas de aguas residuales, porque es un componente importante de fertilizantes y detergentes. Los valores medios de fosfato registrados en las aguas superficiales (río y embalse) están dentro del límite aceptable de la OMS y esto indica contaminación de las fuentes de agua por escorrentía de granjas agrícolas que utilizan fertilizantes inorgánicos, en áreas cercanas a las fuentes hídricas con actividades agrícolas.

Los hallazgos de este estudio mostraron que las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de las fuentes de agua domésticas examinadas se encontraban dentro de límites seguros, excepto la concentración de Coliformes lo que indica el impacto de la contaminación fecal en el agua.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Eljaiek-Urzola, M; Romero-Sierra,N; Segrera-Cabarcas, L;Valdelamar-Martínez, D; & Quiñones-Bolaños, D (2019). Oil and Grease as a Water Quality Index Parameter for the Conservation of Marine Biota. *Water*, 11, 856, 1-20.