

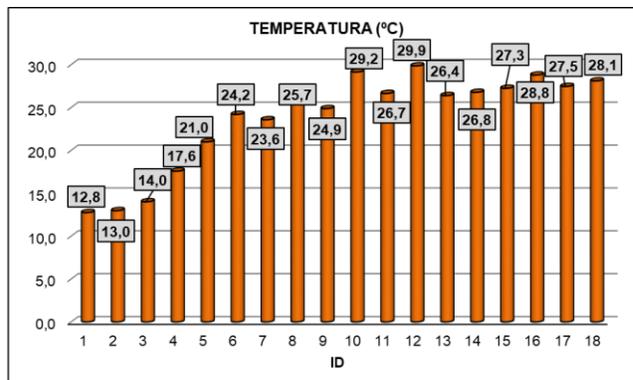
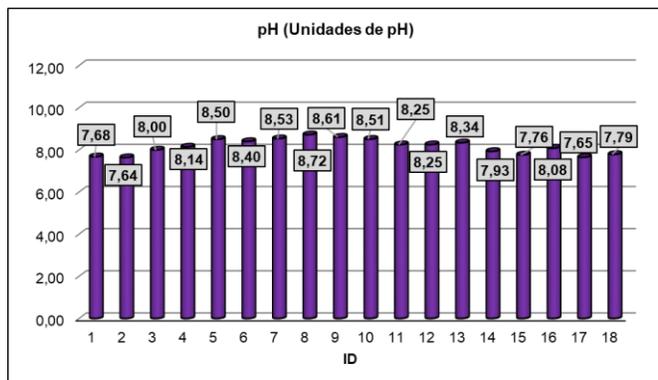
6. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLES

El objetivo de este estudio es caracterizar la cuenca hídrica del río Pamplonita, que abarca desde el municipio de Pamplona hasta el municipio de Puerto Santander, y evaluar su calidad del agua ante la posible alteración de su cauce por las actividades antrópicas en el área de influencia. Para ello, se realizó un muestreo de la cuenca en agosto de 2023, en 18 puntos identificados desde el ID 1 “Bocatoma El Rosal” hasta el ID 18 “Puente Angosto”, donde se midieron y analizaron diferentes variables fisicoquímicas y microbiológicas que afectan el estado del recurso hídrico.

Las variables que se utilizaron para calcular el Índice de Calidad del Agua (ICA) según el protocolo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM fueron: pH, temperatura, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales, turbiedad, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno total y fósforo total. Estas variables reflejan el grado de contaminación del agua por diferentes fuentes, como los vertimientos de aguas residuales, la erosión, la materia orgánica, los nutrientes y los compuestos oxidables.

Además, se midieron otras variables que no influyen en el cálculo del ICA, pero que son relevantes para evaluar el impacto de las actividades humanas en la cuenca, como metales pesados, hidrocarburos, grasas y aceites. Estas variables indican la presencia de sustancias que pueden afectar la salud humana y la biodiversidad, y que pueden provenir de fuentes como la minería, la industria, el transporte o derrames de crudo.

6.1 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (TEMPERATURA – PH) 2023



ID	NOMBRE	TEMPERATURA (°C)	pH (Unidades)
1	Bocatoma El Rosal-Quebrada El Rosal	12,8	7,68
2	Estación limnimétrica Acueducto de Pamplona-Quebrada Monteadentro	13,0	7,64
3	Radio FM	14,0	8,00
4	Escuela Los Naranjos	17,6	8,14
5	El Diamante	21,0	8,50
6	La Donjuana	24,2	8,40
7	Confluencia Quebrada Iscalá-Río Pamplonita	23,6	8,53
8	La Garita	25,7	8,72
9	Bocatoma Acueducto Cúcuta (El Pórtico)	24,9	8,61
10	Puente Benito Hernández (San Rafael)	29,2	8,51
11	Puente Elías M. Soto	26,7	8,25
12	Puente Jorge Gaitan Durán	29,9	8,25
13	Puente Enrique Cuadros Corredor (La Gazapa)	26,4	8,34
14	Confluencia Ríos Táchira-Pamplonita	26,8	7,93
15	Río Enfermo	27,3	7,76
16	Paso de dos ríos	28,8	8,08
17	Agua Clara	27,5	7,65
18	Puente Agosto	28,1	7,79

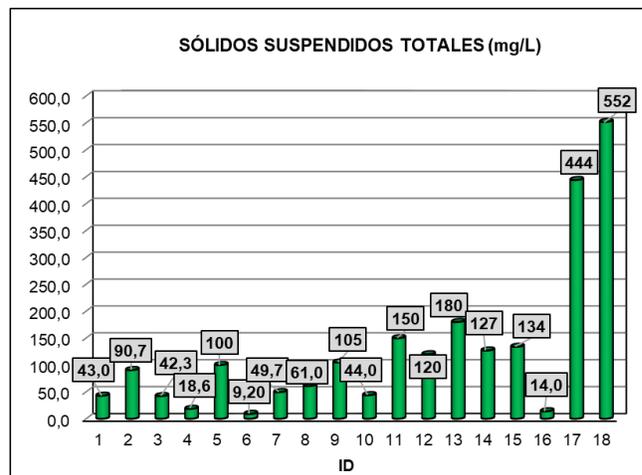
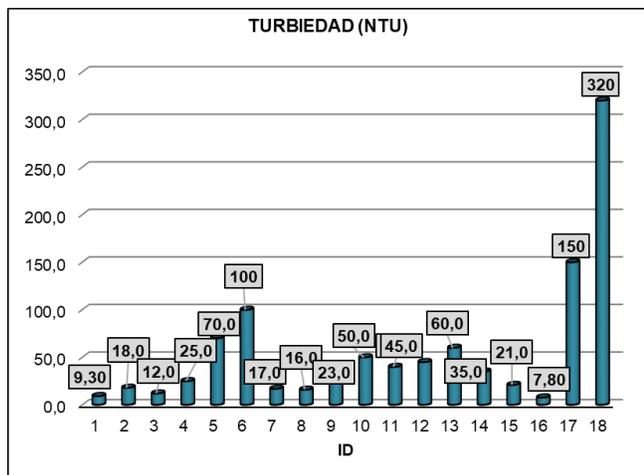
La temperatura y el pH son dos variables que indican el estado ecológico y la calidad del agua en los ríos. Estas variables afectan el desarrollo de la vida acuática e influyen en la formación de algunas sustancias tóxicas en el agua. En este estudio, se midieron la temperatura y el pH en 18 puntos de la cuenca del río Pamplonita, desde el ID 1 hasta el ID 18, y se compararon con los rangos establecidos por el Decreto 1076 de 2015.

La gráfica refleja que las temperaturas más bajas se presentaron en la parte alta de la cuenca desde el ID 1 con 12,8 °C hasta el ID 4 con 17,6 °C, posteriormente hubo un aumento de ésta conforme disminuye la altura en todo el recorrido de la cuenca finalizando en la parte baja en el ID 18 con 28,1°C. Durante la jornada de muestreo no se registraron valores de temperatura por fuera de lo normal que pudieran alterar la corriente superficial.

La variable pH medida en campo en los dieciocho (18) ID o sitios caracterizados en el recurso hídrico del río Pamplonita, presentó valores ligeramente básicos y cercanos a la neutralidad, encontrándose dentro de los rangos óptimos para las especies acuáticas. Al igual que la temperatura, los reportes de pH medidos durante las seis (6) horas de jornada de muestreo se encontraron normales sin algún valor atípico que pudiera perturbar el normal comportamiento del río.

De acuerdo con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 “Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, para temperatura “< 40°C” y en pH para todos los usos relacionados en el decreto en mención, se puede inferir que los resultados de las variables medidas en campo como lo son el pH y la temperatura cumplen los rangos establecidos.

6.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (TURBIEDAD – SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES) 2023



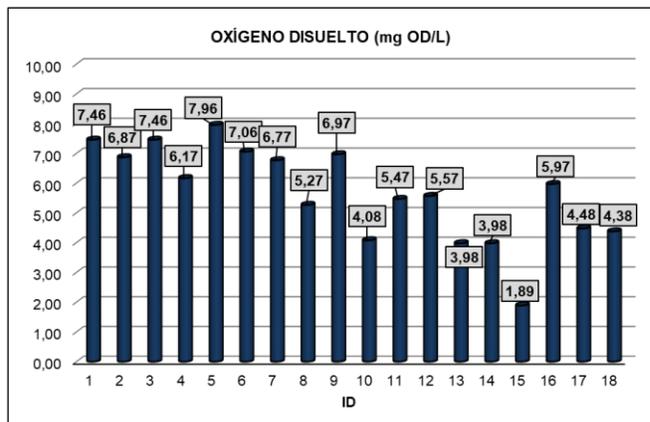
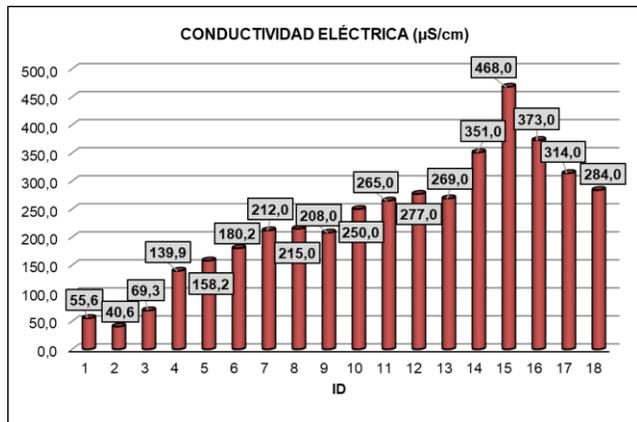
ID	NOMBRE	TURBIEDAD (NTU)	SST (mg/L)
1	Bocatoma El Rosal-Quebrada El Rosal	9,30	43,0
2	Estación limnimétrica Acueducto de Pamplona-Quebrada Monteadentro	18,0	90,7
3	Radio FM	12,0	42,3
4	Escuela Los Naranjos	25,0	18,6
5	El Diamante	70,0	100
6	La Donjuana	100	9,20
7	Confluencia Quebrada Iscalá-Río Pamplonita	17,0	49,7
8	La Garita	16,0	61,0
9	Bocatoma Acueducto Cúcuta (El Pórtico)	23,0	105
10	Puente Benito Hernández (San Rafael)	50,0	44,0
11	Puente Elías M. Soto	40,0	150
12	Puente Jorge Gaitán Durán	45,0	120
13	Puente Enrique Cuadros Corredor (La Gazapa)	60,0	180
14	Confluencia Ríos Táchira-Pamplonita	35,0	127
15	Río Enfermo	21,0	134
16	Paso de dos ríos	7,80	14,0
17	Agua Clara	150	444
18	Puente Angosto	320	552

Los sólidos y la turbiedad son dos variables físicas que afectan la calidad del agua en los ríos, ya que indican la presencia de material orgánico e inorgánico en suspensión, que puede provenir de la naturaleza o de las actividades antrópicas de la zona. Los sólidos suspendidos son las partículas que flotan en el agua y que reducen su transparencia, impidiendo el paso de la luz. La turbiedad es la medida de la opacidad del agua por la presencia de estas partículas.

En este estudio, se midieron los sólidos suspendidos totales y la turbiedad en 18 puntos de la cuenca del río Pamplonita, desde el ID 1 hasta el ID 18, y se relacionaron con el Índice de Calidad del Agua (ICA).

Los resultados mostraron que los valores de concentración más bajos se encuentran en el ID 1 a ID 3 tanto para sólidos suspendidos totales como para turbiedad, resultados congruentes con los resultados de favorabilidad en el Índice de Calidad del Agua en estos sitios. Posteriormente, las concentraciones para estas variables aumentan principalmente por las actividades antrópicas en la zona de influencia como son las descargas de vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas del municipio de Pamplona reflejados en el ID 5, así como también, los trabajos de remoción de suelo al margen del recurso hídrico por las obras de infraestructura vía 4G Pamplona-Cúcuta en la parte media de la cuenca, que por escorrentía llegan a la corriente superficial alterando estos parámetros; Igualmente, los trabajos realizados en el río de extracción de material para obras de cantera sobre los bancos de la fuente hídrica en el municipio de Cúcuta, la construcción de las obras complementarias de la estructura vial entre Cúcuta y los Patios, que traen como consecuencia la calidad desfavorable en calificación Mala en el cuerpo hídrico en la parte baja.

6.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA- OXÍGENO DISUELTO) 2023



ID	NOMBRE	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (µS/cm)	OXÍGENO DISUELTO (mg OD/L)
1	Bocatoma El Rosal-Quebrada El Rosal	55,6	7,46
2	Estación limnimétrica Acueducto de Pamplona-Quebrada Monteandredo	40,6	6,87
3	Radio FM	69,3	7,46
4	Escuela Los Naranjos	139,9	6,17
5	El Diamante	158,2	7,96
6	La Donjuana	180,2	7,06
7	Confluencia Quebrada Iscalá-Río Pamplonita	212,0	6,77
8	La Garita	215,0	5,27
9	Bocatoma Acueducto Cúcuta (El Pórtico)	208,0	6,97
10	Puente Benito Hernández (San Rafael)	250,0	4,08
11	Puente Elías M. Soto	265,0	5,47
12	Puente Jorge Gaitan Durán	277,0	5,57
13	Puente Enrique Cuadros Corredor (La Gazapa)	269,0	3,98
14	Confluencia Ríos Táchira-Pamplonita	351,0	3,98
15	Río Enfermo	468,0	1,89
16	Paso de dos ríos	373,0	5,97
17	Agua Clara	314,0	4,48
18	Puente Angosto	284,0	4,38

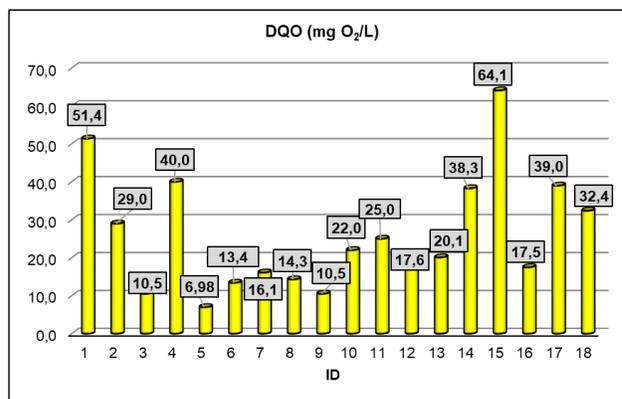
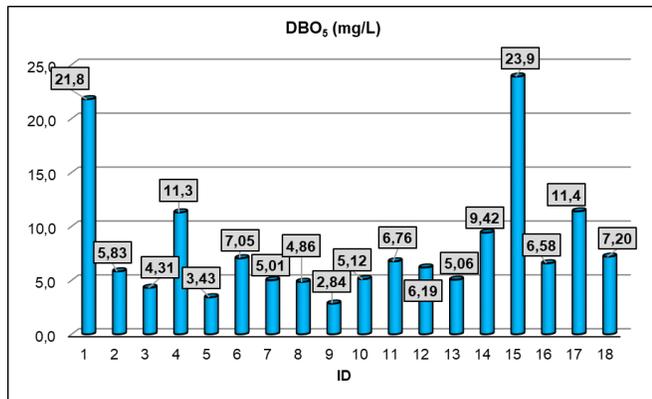
La conductividad y el oxígeno disuelto son dos variables que indican el grado de contaminación y la capacidad de soporte de vida del agua en los ríos. La conductividad mide la presencia de sales ionizadas, que pueden provenir de fuentes naturales o de vertimientos de aguas residuales. El oxígeno disuelto mide la cantidad de oxígeno disponible para los organismos acuáticos, que puede disminuir por la presencia de materia orgánica o por la alteración del cauce.

En este estudio, se midieron la conductividad y el oxígeno disuelto en 18 puntos de la cuenca del río Pamplonita, desde el ID 1 hasta el ID 18, y se relacionaron con el Índice de Calidad del Agua (ICA).

La gráfica de conductividad eléctrica demuestra que la mayor concentración se encontró en el ID 15 con 468,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que coincide con una calidad mala del agua según el ICA en este punto, debido a los vertimientos de aguas residuales del municipio de Cúcuta. La conductividad también aumentó en la parte media y baja de la cuenca, por la influencia de las actividades humanas como la construcción de la vía 4G Pamplona-Cúcuta, la extracción de material pétreo para obras de cantera y la escorrentía de sustancias orgánicas e inorgánicas al río.

El oxígeno disuelto fue más bajo en el ID 15, con 1,89 mg OD/L, lo que coincide con una calidad Mala del agua según el ICA en este punto, debido al agotamiento del oxígeno por la presión antrópica sobre el río. El oxígeno disuelto también disminuyó en la parte media y baja de la cuenca, por las mismas razones que la conductividad reflejándose en las calificaciones Regular y Malas de estos puntos. El oxígeno disuelto fue más alto en la parte alta de la cuenca, desde el ID 1 hasta el ID 5, lo que coincide con una calidad Regular y Aceptable del agua según el ICA en estos puntos.

6.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DBO₅ – DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DQO) 2023



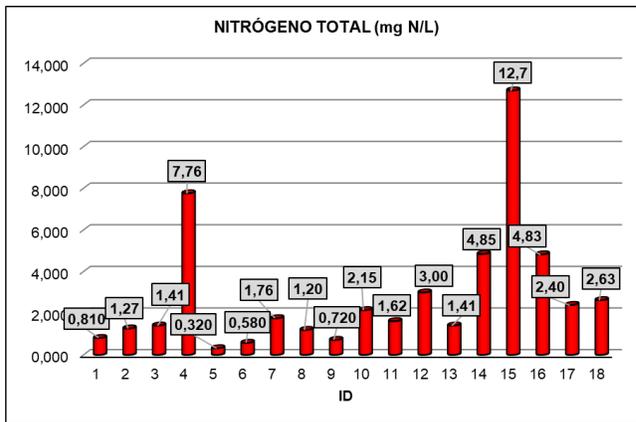
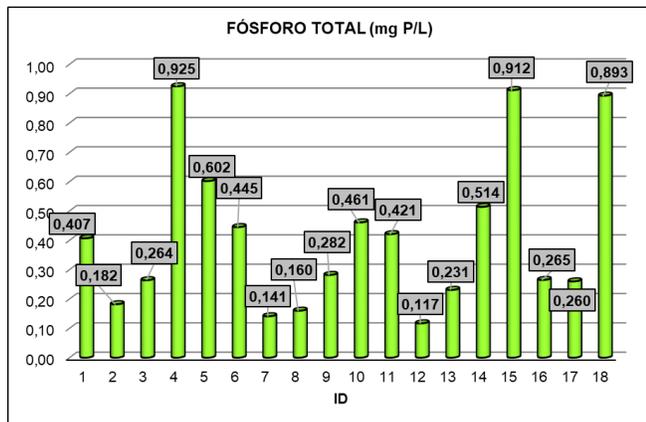
ID	NOMBRE	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg O ₂ /L)
1	Bocatoma El Rosal-Quebrada El Rosal	21,8	51,4
2	Estación limnimétrica Acueducto de Pamplona-Quebrada Monteandreo	5,83	29,0
3	Radio FM	4,31	10,5
4	Escuela Los Naranjos	11,3	40,0
5	El Diamante	3,43	6,98
6	La Donjuana	7,05	13,4
7	Confluencia Quebrada Iscalá-Río Pamplonita	5,01	16,1
8	La Garita	4,86	14,3
9	Bocatoma Acueducto Cúcuta (El Pórtico)	2,84	10,5
10	Puente Benito Hernández (San Rafael)	5,12	22,0
11	Puente Elías M. Soto	6,76	25,0
12	Puente Jorge Gaitan Durán	6,19	17,6
13	Puente Enrique Cuadros Corredor (La Gazapa)	5,06	20,1
14	Confluencia Ríos Táchira-Pamplonita	9,42	38,3
15	Río Enfermo	23,9	64,1
16	Paso de dos ríos	6,58	17,5
17	Agua Clara	11,4	39,0
18	Puente Angosto	7,20	32,4

La demanda química de oxígeno (DQO) mide el oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica, tanto biodegradable como no biodegradable, que se encuentra en una muestra de agua. Esta oxidación se realiza con un agente oxidante específico, a una temperatura y tiempo determinados. La demanda química de oxígeno - DQO está relacionada con la demanda bioquímica de oxígeno - DBO, que indica la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos que degradan la materia orgánica biodegradable en condiciones aeróbicas.

En comparación al año 2022, tanto la DBO como la DQO tiene un aumento considerable en el ID 1 lo que refleja la disminución de la calidad del agua a Regular para este ID, a su vez el punto con mayor demanda química de oxígeno (DQO) es el ID 15 Río Enfermo, con 64,1 mg O₂/L. Esto se debe a las aguas residuales domésticas y no domésticas que provienen del municipio de Cúcuta haciendo que la calidad del recurso hídrico en este punto sea Mala.

La demanda bioquímica de oxígeno - DBO, al igual que la DQO refleja el impacto ambiental que pueden causar los residuos orgánicos domésticos e industriales al ser vertidos en cuerpos de agua con presencia de oxígeno. Esto se observa en el ID 1, con 21,8 mg/L, y en el ID 15, con 23,9 mg/L, que son los valores más altos de la cuenca. Estos datos indican el deterioro de la calidad del agua que para estos puntos es Regular y Mala respectivamente, debido a la carga orgánica que aportan las aguas residuales domésticas en la parte alta del río Pamplonita en el ID 1 y las aguas residuales de todos los vertimientos del municipio de Cúcuta en el ID 15.

6.5 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (NITRÓGENO TOTAL Y FÓSFORO TOTAL) 2023



ID	NOMBRE	NITRÓGENO TOTAL (mg N/L)	FÓSFORO TOTAL (mg P/L)
1	Bocatoma El Rosal-Quebrada El Rosal	0,810	0,407
2	Estación limnimétrica Acueducto de Pamplona-Quebrada Monteandentro	1,27	0,182
3	Radio FM	1,41	0,264
4	Escuela Los Naranjos	7,76	0,925
5	El Diamante	0,320	0,602
6	La Donjuana	0,580	0,445
7	Confluencia Quebrada Iscalá-Río Pamplonita	1,76	0,141
8	La Garita	1,20	0,160
9	Bocatoma Acueducto Cúcuta (El Pórtico)	0,720	0,282
10	Puente Benito Hernández (San Rafael)	2,15	0,461
11	Puente Elías M. Soto	1,62	0,421
12	Puente Jorge Gaitan Durán	3,00	0,117
13	Puente Enrique Cuadros Corredor (La Gazapa)	1,41	0,231
14	Confluencia Ríos Táchira-Pamplonita	4,85	0,514
15	Río Enfermo	12,7	0,912
16	Paso de dos ríos	4,83	0,265
17	Agua Clara	2,40	0,260
18	Puente Angosto	2,63	0,893

El nitrógeno, la demanda bioquímica de oxígeno y el fósforo son indicadores de la contaminación orgánica del agua. El nitrógeno es un elemento esencial para la vida de los seres vivos y se puede encontrar en el agua en forma de amoníaco, nitratos y nitritos por el proceso de nitrificación. Estos compuestos de nitrógeno se forman dependiendo de factores como el pH, la temperatura y el oxígeno disuelto del agua.

El fósforo es otro nutriente que favorece el crecimiento de la biomasa en el agua. Sin embargo, un exceso de fósforo puede provocar la eutrofización, que es el aumento de la producción de algas y fitoplancton. Esto reduce el oxígeno disponible para la vida acuática y altera el equilibrio ecológico del agua.

Las gráficas de nitrógeno y fósforo muestran que los valores más altos se registraron en el ID 4. Escuela Los Naranjos y en el ID 15. Río Enfermo. Estos puntos coinciden con los de mayor demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), lo que confirma la alta contaminación orgánica del agua. El nitrógeno total fue de 7,76 mg N/L y el fósforo total de 0,925 mg P/L en el ID 4, mientras que en el ID 15 fueron de 12,7 mg N/L y 0,912 mg P/L, respectivamente.

También se aprecia en la gráfica de fósforo total que el ID 18 tuvo una concentración alta, igual a 0,893 mg P/L. Esto puede deberse a la influencia de las actividades agrícolas en la zona, como los cultivos de arroz que usan fertilizantes y que pueden llegar al río por lixiviación.

6.6 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (GRASAS Y ACEITES – HIDROCARBUROS) 2023

ID	NOMBRE	GRASAS Y ACEITES (mg/L)	HIDROCARBUROS (mg/L)
4	Escuela Los Naranjos - Pamplona.	8,30	< 5,0
9	Bocatoma Acueducto Cúcuta - El Pórtico - Cúcuta.	< 5,0	< 5,0
10	Puente Benito Hernández - San Rafael - Cúcuta.	< 5,0	< 5,0
11	Puente Elías M. Soto - Cúcuta.	< 5,0	< 5,0
12	Puente Jorge Gaitán Durán - Cúcuta.	< 5,0	< 5,0
13	Puente Enrique Cuadros Corredor - La Gazapa -	< 5,0	< 5,0
14	Confluencia Ríos Táchira - Pamplonita - Cúcuta.	< 5,0	< 5,0
15	Río Enfermo - Cúcuta.	< 5,0	< 5,0
16	Paso dos ríos - Cúcuta.	< 5,0	< 5,0
17	Aguaclara - Cúcuta.	< 5,0	< 5,0

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo. Estos compuestos orgánicos se caracterizan por tener baja densidad, poca solubilidad en agua, baja o nula biodegradabilidad, flotan formando natas, películas y capas iridiscentes que impiden el intercambio de gases entre el agua y la atmósfera. Esto afecta negativamente al desarrollo de la vida acuática.

En la tabla se muestran las concentraciones de Hidrocarburos, Aceites y grasas para diez (10) de los dieciocho (18) ID a lo largo del Río Pamplonita seleccionados para cubrir la totalidad de la fuente hídrica. De acuerdo con los resultados obtenidos se evidencia que para estos ID no hay presencia de Aceites y grasas, salvo el ID 4 que es el único donde la concentración es mayor al límite de cuantificación, es decir donde hay presencia significativa de este analito registrándose una concentración de 8,30 mg/L. Estos valores se relacionan con los vertidos de aguas residuales domésticas que llegan al ID 4.

Los hidrocarburos son otro tipo de compuestos orgánicos que provienen del petróleo y que pueden tener diversas formas, como combustibles ligeros, crudo, aceites lubricantes, diesel, keroseno, etc. Su presencia en el agua puede deberse a actividades humanas en la cuenca del río o a accidentes con derrames puntuales. Los resultados no evidencian

concentraciones significativas de hidrocarburos para ninguno de estos diez (10) ID estando por debajo del límite de cuantificación <5,00 mg/L.

6.7 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (METALES PESADOS) 2023.

Los metales pesados son elementos químicos que tienen propiedades metálicas y densidad alta. Algunos de ellos son esenciales para la vida en pequeñas cantidades, como el hierro, el cobre o el zinc, pero otros son peligrosos para el medio ambiente y la salud debido a su toxicidad o causar daños en el organismo, como el mercurio, el plomo, el arsénico o el cadmio. Los metales pesados se pueden encontrar en el ambiente, en el agua, el aire o el suelo, debido a procesos naturales o a la contaminación humana como la actividad industrial, la minería, la quema de combustibles fósiles, el uso de pesticidas y fertilizantes, entre otras.

En el agua, los metales pesados pueden contaminar ríos, lagos y océanos, incluso causar daños en la vida acuática. Los metales pesados pueden afectar a la respiración, la reproducción, el crecimiento y la supervivencia de los organismos acuáticos, y también pueden bioacumularse y biomagnificarse en los tejidos de los peces y otros animales marinos, lo que supone un riesgo para la salud humana si se consumen. Estas acumulaciones en el cuerpo pueden provocar enfermedades como anemia, hemocromatosis, cáncer, alteraciones nerviosas, problemas renales, entre otras. Por estas razones es de suma importancia conocer su concentración en la fuente hídrica de estudio. Para esto se seleccionaron ocho (8) ID o puntos de muestreo a lo largo del cauce del río Pamplonita. En la tabla se consolidan los resultados de los metales pesados (Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo, Hierro, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo y Zinc) para cada uno de estos ID seleccionados.

ID	NOMBRE	ARSÉNICO TOTAL (mg As/L)	CADMIO TOTAL (mg Cd/L)	COBRE TOTAL (mg Cu/L)	CROMO TOTAL (mg Cr/L)	HIERRO TOTAL (mg Fe/L)	MERCURIO TOTAL (mg Hg/L)	NIQUEL TOTAL (mg Ni/L)	PLATA TOTAL (mg Ag/L)	PLOMO TOTAL (mg Pb/L)	ZINC TOTAL (mg Zn/L)
4	Escuela Los Naranjos - Pamplona.	< 0,0030	< 0,0030	0,0080	< 0,0030	0,470	< 0,0003	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0900
10	Puente Benito Hernández - San Rafael - Cúcuta.	< 0,0030	0,0030	0,2460	< 0,0030	0,828	< 0,0003	0,0040	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0900
11	Puente Elías M. Soto - Cúcuta.	< 0,0030	< 0,0030	0,1010	< 0,0030	1,425	< 0,0003	0,0080	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0900
12	Puente Jorge Gaitán Durán Cúcuta.	< 0,0030	< 0,0030	0,0750	< 0,0030	1,340	< 0,0003	0,0090	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0900
13	Puente Enrique Cuadros Corredor - La Gazapa -	< 0,0030	< 0,0030	0,0440	0,0040	5,935	< 0,0003	0,0120	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0900
14	Confluencia Ríos Táchira - Pamplonita - Cúcuta.	0,0030	< 0,0030	0,0270	0,0040	10,149	< 0,0003	0,0260	< 0,0030	< 0,0030	0,1460
15	Río Enfermo - Cúcuta.	< 0,0030	< 0,0030	0,0110	0,0030	3,987	< 0,0003	0,0100	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0900
16	Paso dos ríos - Cúcuta.	< 0,0030	< 0,0030	0,0100	< 0,0030	1,290	< 0,0003	0,0050	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0900

De acuerdo a los resultados obtenidos se evidencia que el Cobre, Hierro y Níquel se encuentran presentes a lo largo del recurso hídrico esto debido posiblemente a la actividad minera, industrial o agrícola que utiliza o genera estos metales y los vierte al río sin un adecuado tratamiento previo, otra posible causa es la erosión natural de las rocas que contienen estos metales y que son arrastradas por el río debido a las obras viales Pamplona-Cúcuta. Metales como el Arsénico y Cadmio evidencian su presencia en los ID 14 e ID 10 respectivamente. El Cromo también se presenta en los ID 13 a 15 posiblemente por el uso que se le da en la industria del cuero para curtir las pieles que es una industria bastante relevante en el municipio de Cúcuta.

El Hierro el cual cuantifico para todos los ID, era de esperar ya que es uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre, en las aguas superficiales se puede encontrar hasta concentraciones de 0,5 mg Fe/L, que puede ser producto de la lixiviación de terrenos atravesados o bien de contaminación procedente de actividades industriales anteriormente descritas. El hecho de que los metales pesados (Mercurio, Plata, Plomo y Zinc) no hayan cuantificado muestra que a pesar de las actividades antrópicas a lo largo del recorrido de la fuente hídrica no generan carga contaminante en cuanto a estos metales analizados.

El hierro es un elemento esencial para la salud, pero debe consumirse en las dosis adecuadas. Si se ingiere demasiado hierro, se puede producir una enfermedad llamada hemocromatosis, que causa daños reversibles en varios tejidos del cuerpo. Si se ingiere poco hierro, se puede sufrir de anemia, que afecta al transporte de oxígeno en la sangre.

En este estudio, se observó una disminución de las concentraciones de hierro total en todos los puntos de muestreo seleccionados, en comparación con el año 2022. Siendo el punto con mayor concentración el ID 14, que registró 10,149 mg/L de hierro asociado a la práctica de minería y/o uso de fertilizantes cerca a fuente hídrica, la erosión natural de las rocas que contienen estos metales y que son arrastradas por el río debido a las obras viales Pamplona-Cúcuta y además del aporte de contaminación con este metal proveniente del río Táchira.