

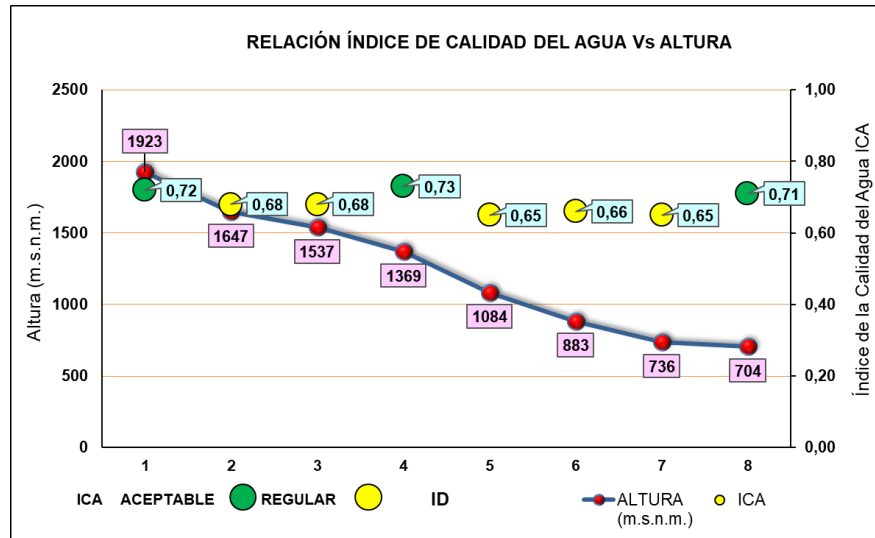
5. INTERPRETACIÓN VARIABLES CRUZADAS

El análisis de los resultados de los distintos ensayos y de cada ID o punto de muestreo caracterizado se basa en las variables cruzadas, que permiten establecer la relación directa o inversa entre ellas. Además, estas variables, junto con las actividades antrópicas en el área de influencia, revelan hallazgos sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica del cauce hídrico estudiado.

De igual forma, se puede examinar el comportamiento de las variables que se asocian y que indican una posible afectación del recurso hídrico y su dinámica, según lo evidenciado por los diversos reportes emitidos y sus respectivos análisis.

A continuación, se realiza un análisis del comportamiento de cada variable, la mayoría de las cuales interviene en el resultado y calificación del Índice de Calidad del Agua.

5.1 CRUCE DE VARIABLES (ALTURA Vs ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA – ICA) 2023



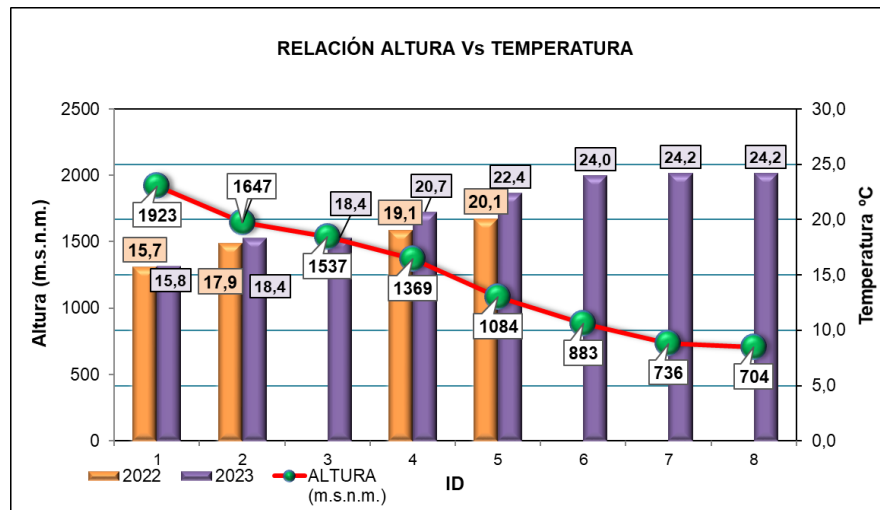
ID	NOMBRE	ALTURA (m.s.n.m.)	ICA
1	Iscalá Sur	1923	0,72
2	Iscalá Norte	1647	0,68
3	Bocatoma EMCHINAC	1537	0,68
4	Estación Puente Vargas	1369	0,73
5	Vía Cuellar, Sector del derrame	1084	0,65
6	Guayables Los Alamos	883	0,66
7	Estación punto de control Ecopetrol	736	0,65
8	La Donjuana	704	0,71

Se considera que las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas son mejores a mayor altura, pero en este estudio la caracterización de la subcuenca quebrada Iscalá muestra el impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad. En el punto más alto, a 1923 m.s.n.m, el Índice de Calidad del Agua (ICA) fue Aceptable en este sitio de muestreo.

Sin embargo, en el ID 2 a 1647 m.s.n.m, el ICA bajó a Regular y se mantuvo así hasta el ID 4 en la parte media de la subcuenca donde recupero su calidad Aceptable, seguido

desciende nuevamente a calificación Regular en el ID 5 al ID 7. Esto se debe a la intensa actividad humana sobre el recurso, ya que en el área de influencia se realizan actividades agropecuarias como: ganadería, avicultura, cultivos de flores, hortalizas y turísticas como: recreación, alojamiento, gastronomía, que deterioran tanto su calidad como cantidad al hacer uso desmedido de este recurso.

5.2 CRUCE DE VARIABLES (ALTURA vs TEMPERATURA 2022-2023)



ID	NOMBRE	ALTURA (m.s.n.m.)	TEMPERATURA (°C)	
			2022	2023
1	Iscalá Sur	1923	15,7	15,8
2	Iscalá Norte	1647	17,9	18,4
3	Bocatoma EMCHINAC	1537	N.R.	18,4
4	Estación Puente Vargas	1369	19,1	20,7
5	Vía Cuellar, Sector del derrame	1084	20,1	22,4
6	Guayables Los Alamos	883	N.R.	24,0
7	Estación punto de control Ecopetrol	736	N.R.	24,2
8	La Donjuana	704	N.R.	24,2

N.R: Valor no reportado

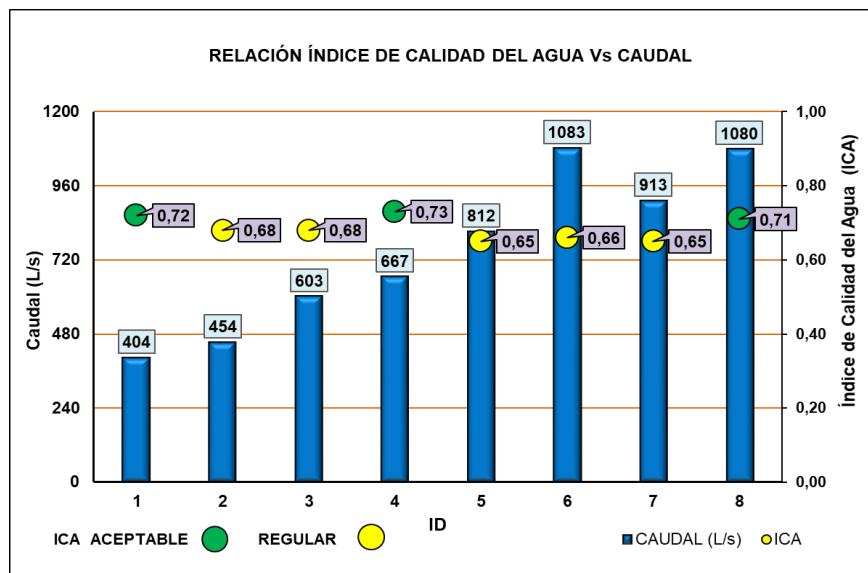
La temperatura del agua es un factor clave para la vida acuática y afecta directamente la cantidad de oxígeno disuelto. La temperatura varía según la altura sobre el nivel del mar,

de modo que a mayor altura el agua es más fría y favorece más a las especies biológicas que el agua caliente.

Esto se confirma con las mediciones de temperatura hechas en cada ID caracterizado, donde se ve que a mayor altura sobre el nivel del mar el agua tiene menor temperatura, es decir más fría. El ID 1, que está a 1923 m.s.n.m en la parte alta de la subcuenca, tuvo una temperatura de 15,8 °C, mientras que el ID 8, que está a 704 m.s.n.m en la parte baja de la subcuenca quebrada Iscalá, tuvo la temperatura más alta con 24,2 °C.

Por otro lado, no se observa variación significativa en la temperatura entre el año 2022 al año 2023.

5.3 CRUCE DE VARIABLES (CAUDAL Vs ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA- ICA) 2023



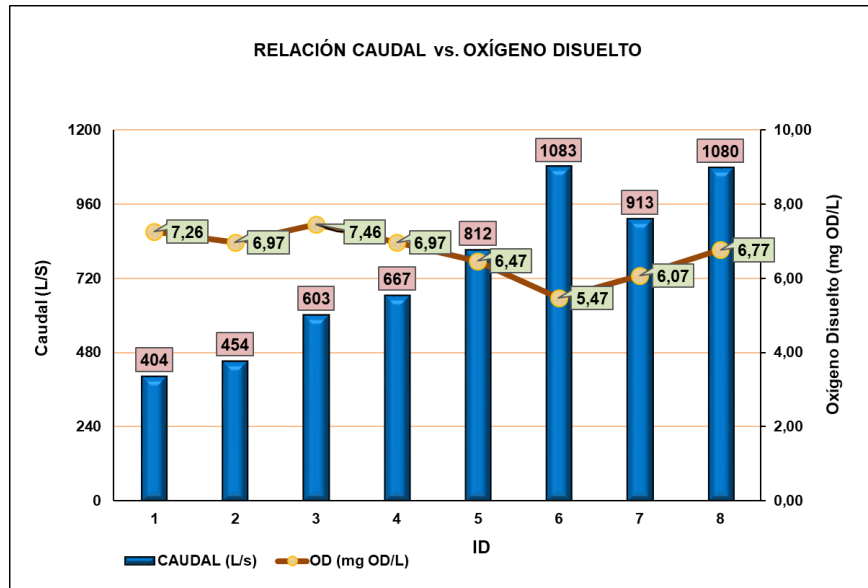
ID	NOMBRE	CAUDAL (L/s)	ICA
1	Iscalá Sur	404	0,72
2	Iscalá Norte	454	0,68
3	Bocatoma EMCHINAC	603	0,68
4	Estación Puente Vargas	667	0,73

ID	NOMBRE	CAUDAL (L/s)	ICA
5	Vía Cuellar, Sector del derrame	812	0,65
6	Guayables Los Alamos	1083	0,66
7	Estación punto de control Ecopetrol	913	0,65
8	La Donjuana	1080	0,71

El caudal es una variable relevante para entender los resultados de la caracterización según la dinámica del cuerpo hídrico y las actividades antrópicas de la zona, además de la época climática en que se hacen los muestreos.

La caracterización de la Quebrada Iscalá empezó en la parte alta de la subcuenca con un caudal natural de 404 L/s, donde no se detectaron vertimientos puntuales que afectaran el recurso. Después, el caudal se elevó a 667 L/s en la parte media ID 4 debido a las distintas quebradas y arroyos que nutren el cauce principal. No obstante, su calidad se deterioró obteniendo calificación Regular en estos ID a excepción del ID 4 donde la quebrada recupera su calificación Aceptable por la resiliencia misma de la quebrada. Continuando su recorrido la quebrada alcanza un caudal de 1083 L/s en el ID 6 y se observa una disminución de su caudal en el ID 7 debido a las diferentes captaciones de agua en el recorrido para los distintos usos de la zona en su mayoría de agricultura. La disminución en la calidad de agua a Regular se debe a la influencia y daño humano sobre este recurso hídrico, considerando que en estos puntos se han vertido aguas residuales domésticas del municipio de Chinácota que implican una mayor alteración.

5.4 CRUCE DE VARIABLES (CAUDAL Vs OXÍGENO DISUELTO) 2023

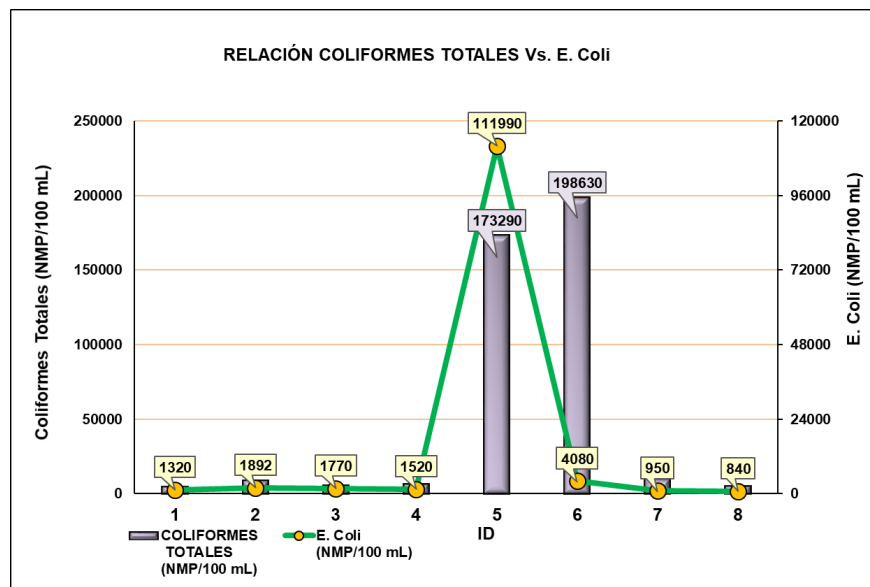


ID	NOMBRE	CAUDAL (L/s)	OD (mg OD/L)
1	Isalá Sur	404	7,26
2	Isalá Norte	454	6,97
3	Bocatoma EMCHINAC	603	7,46
4	Estación Puente Vargas	667	6,97
5	Vía Cuellar, Sector del derrame	812	6,47
6	Guayables Los Alamos	1083	5,47
7	Estación punto de control Ecopetrol	913	6,07
8	La Donjuana	1080	6,77

La calidad del agua depende en gran medida de la cantidad de oxígeno disuelto que contiene, ya que este elemento es vital para la vida acuática. El oxígeno disuelto varía según diversos factores ambientales, como la temperatura, la descomposición de la materia orgánica, la turbidez y las partículas sólidas en suspensión. Estos factores pueden afectar el equilibrio hídrico y la capacidad de autodepuración de los cuerpos de agua.

En los puntos de muestreo analizados, se encontraron niveles adecuados de oxígeno disuelto para el sostenimiento de las especies acuáticas, es decir, concentraciones mayores a 6,00 mg OD/L. Sin embargo, se observó una reducción en el ID 6, donde se registró una concentración de 5,47 mg OD/L, lo que puede estar relacionado con los vertimientos de aguas residuales domésticas del municipio que ejercen contaminación en este punto.

5.5 CRUCE DE VARIABLES (COLIFORMES TOTALES Vs E. Coli) 2023



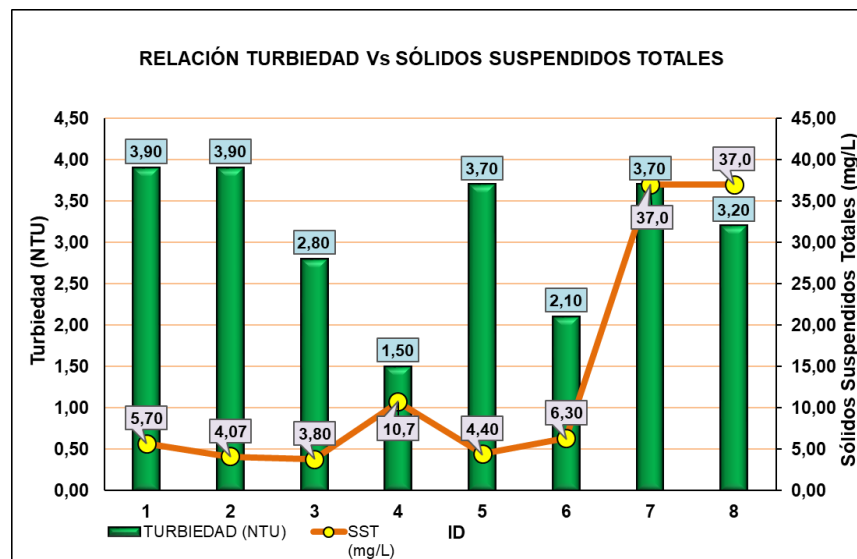
ID	NOMBRE	COLIFORMES TOTALES (NMP/100 mL)	E. Coli (NMP/100 mL)
1	Iscalá Sur	4730	1320
2	Iscalá Norte	8664	1892
3	Bocatoma EMCHINAC	5600	1770
4	Estación Puente Vargas	6630	1520
5	Vía Cuellar, Sector del derrame	173290	111990
6	Guayables Los Alamos	198630	4080
7	Estación punto de control Ecopetrol	9850	950
8	La Donjuana	5290	840

Los coliformes son bacterias que se encuentran ampliamente distribuidas en el ambiente, especialmente en el suelo y las aguas superficiales. Algunos tipos de coliformes, como los coliformes fecales y los *E. coli*, provienen del intestino de los humanos y los animales de sangre caliente y pueden indicar la presencia de contaminación fecal en el agua. Esta contaminación puede ser causada por vertimientos domésticos, industriales u otros que contengan materia orgánica.

En este estudio, se analizaron los niveles de coliformes totales y *E. coli* en todos los puntos de muestreo. El ID 5 e ID 6 presentan las concentraciones más altas de coliformes totales, con 173290 NMP/100mL y 198630 NMP/100mL respectivamente. Estos valores sugieren que el agua está fuertemente afectada por las descargas puntuales provenientes del área urbana.

Los demás puntos de muestreo, excepto los ID 5 e ID 6, cumplieron con los criterios de calidad establecidos en el Decreto 1076 de 2015 para consumo humano y uso doméstico, que establece un límite de 20000 NMP/100mL para coliformes totales.

5.6 CRUCE DE VARIABLES (TURBIEDAD Vs SÓLIDOS SUSPENDIDOS) 2023

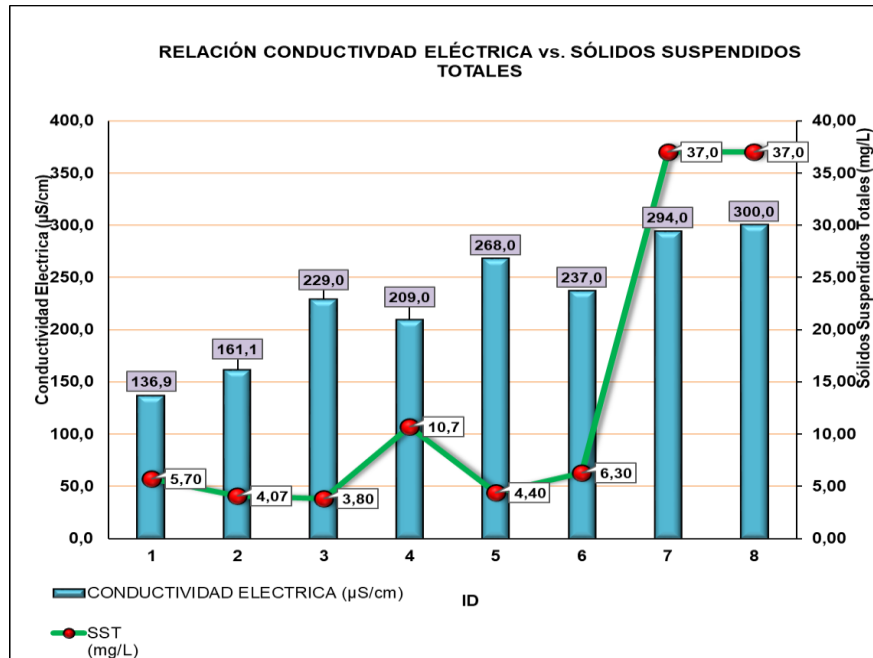


ID	NOMBRE	TURBIEDAD (NTU)	SST (mg/L)
1	Iscalá Sur	3,90	5,70
2	Iscalá Norte	3,90	4,07
3	Bocatoma EMCHINAC	2,80	3,80
4	Estación Puente Vargas	1,50	10,7
5	Vía Cuellar, Sector del derrame	3,70	4,40
6	Guayables Los Alamos	2,10	6,30
7	Estación punto de control Ecopetrol	3,70	37,0
8	La Donjuana	3,20	37,0

La calidad del agua se ve afectada por la presencia de partículas sólidas en suspensión y la turbiedad que estas generan. Estos parámetros indican el grado de transparencia y limpieza del agua. A mayor cantidad de partículas y turbiedad, menor es la calidad del agua.

Según los resultados obtenidos, se observó que la turbiedad presentada a lo largo de la quebrada Iscalá no tiene concentraciones significativamente altas (< 5,00 NTU). De igual manera las concentraciones presentes de sólidos suspendidos totales no son muy altas, sin embargo, en los ID 7 e ID 8 se presentaron las concentraciones más altas de SST con 37,0 mg/L para ambos ID.

5.7 CRUCE DE VARIABLES (CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Vs SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES) 2023

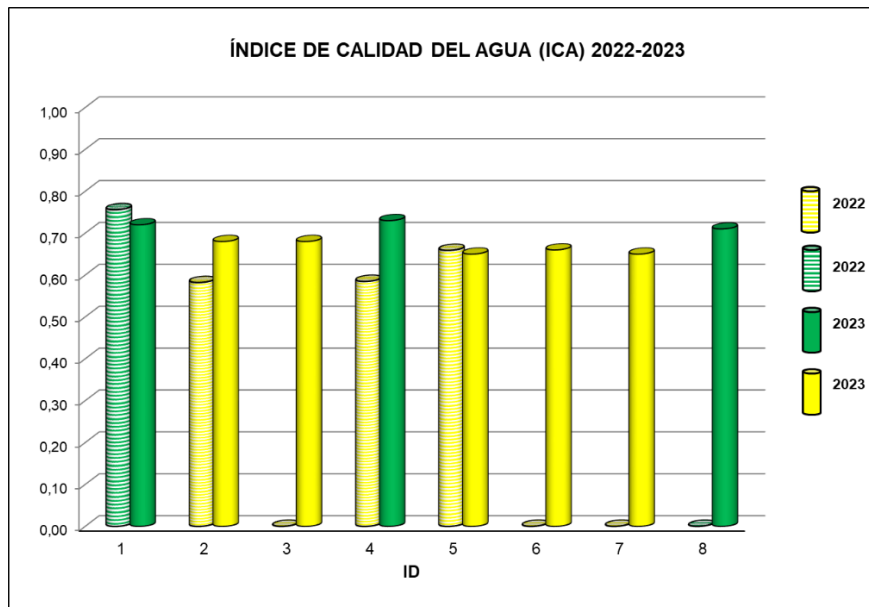


ID	NOMBRE	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (µS/cm)	SST (mg/L)
1	Isalá Sur	136,9	5,70
2	Isalá Norte	161,1	4,07
3	Bocatoma EMCHINAC	229,0	3,80
4	Estación Puente Vargas	209,0	10,7
5	Vía Cuellar, Sector del derrame	268,0	4,40
6	Guayables Los Alamos	237,0	6,30
7	Estación punto de control Ecopetrol	294,0	37,0
8	La Donjuana	300,0	37,0

La conductividad eléctrica (CE) es una medida de la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, que depende de la temperatura y de la cantidad de sales y otras sustancias ionizadas disueltas en el agua. Estas sustancias pueden provenir de los sólidos suspendidos totales (SST), que son partículas que no se disuelven y que afectan la transparencia y la calidad del agua. A mayor CE y SST, menor es la calidad del agua.

Según la gráfica, el punto 7 y 8 presentó los valores más altos de CE y SST, con 294 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente en conductividad eléctrica y 37,0 mg/L para SST. Esto indica que el agua en estos puntos tiene una calidad Regular y Aceptable, debido a la presión antrópica que se ejerce sobre el área de influencia, como se mencionó anteriormente.

5.8 COMPORTAMIENTO ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA) 2022 – 2023



ID	NOMBRE	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)	
		2022	2023
1	Isalá Sur	0,76	0,72
2	Isalá Norte	0,58	0,68
3	Bocatoma EMCHINAC	N.R.	0,68
4	Estación Puente Vargas	0,58	0,73
5	Vía Cuellar, Sector del derrame	0,66	0,65
6	Guayables Los Alamos	N.R.	0,66
7	Estación punto de control Ecopetrol	N.R.	0,65
8	La Donjuana	N.R.	0,71

Calificación:	ACEPTABLE	REGULAR
---------------	-----------	---------

El Índice de Calidad del Agua (ICA) es un indicador que resume el estado del agua según varios parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. En este estudio, se calculó el ICA para ocho (8) puntos de muestreo en la Quebrada Iscalá, que corresponde a una subcuenca del río Pamplonita. Los resultados mostraron que el agua tiene una calidad Aceptable en el punto más alto de la subcuenca, con un valor de 0,72, lo que representa una disminución respecto al año 2022 donde presentaba una calificación de 0,76. Sin embargo, a partir del ID 2 y los puntos bajos de la subcuenca, el agua tiene una calidad Regular, con valores entre 0,65 y 0,68. Esto se debe al deterioro del recurso hídrico por la presión antrópica que se genera por las actividades agropecuarias, el turismo y la gastronomía, que consumen agua y generan vertimientos de aguas residuales que afectan el ecosistema. A su vez se evidencia que la quebrada Iscalá recupera su calidad Aceptable tanto en el punto medio (ID 4) y en la parte baja (ID 8) por resiliencia de ella misma.