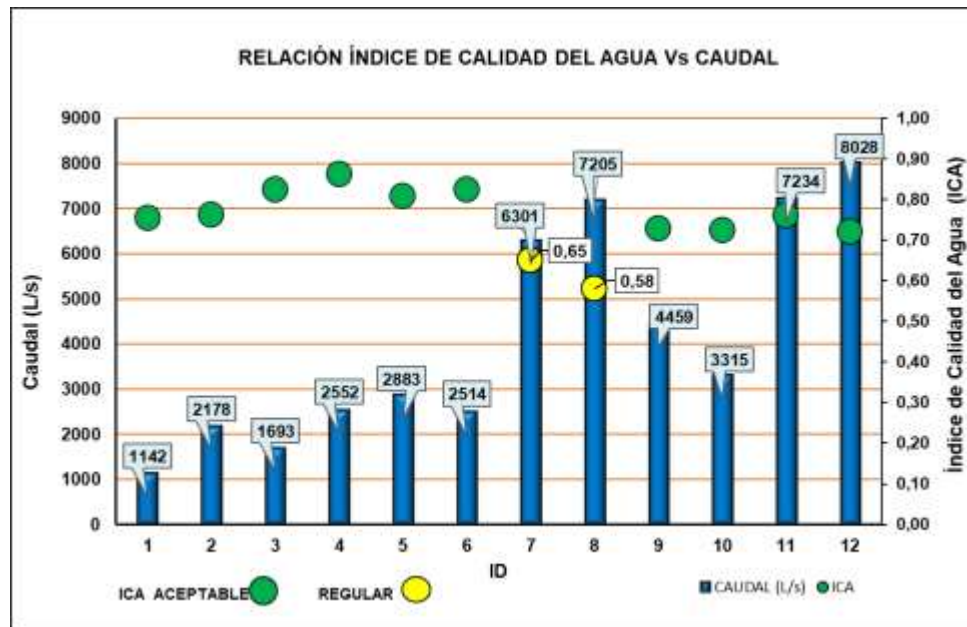


5. INTERPRETACIÓN DE VARIABLES CRUZADAS

Las variables cruzadas permiten verificar los resultados obtenidos en los diferentes ensayos, que a su vez se correlacionan permitiendo conocer la incidencia y además establecer hallazgos relacionados con la calidad fisicoquímica y microbiológica de las muestras de agua en estudio.

Así mismo, se pueden asociar los resultados de los diversos ensayos con las actividades antrópicas, las cuales afectan los resultados y permiten conocer la calidad del agua, tal como pudo ser confirmado en los diferentes reportes emitidos y sus respectivos análisis.

5.1 RELACIÓN CAUDAL vs. ICA – RÍO ALGODONAL 2021



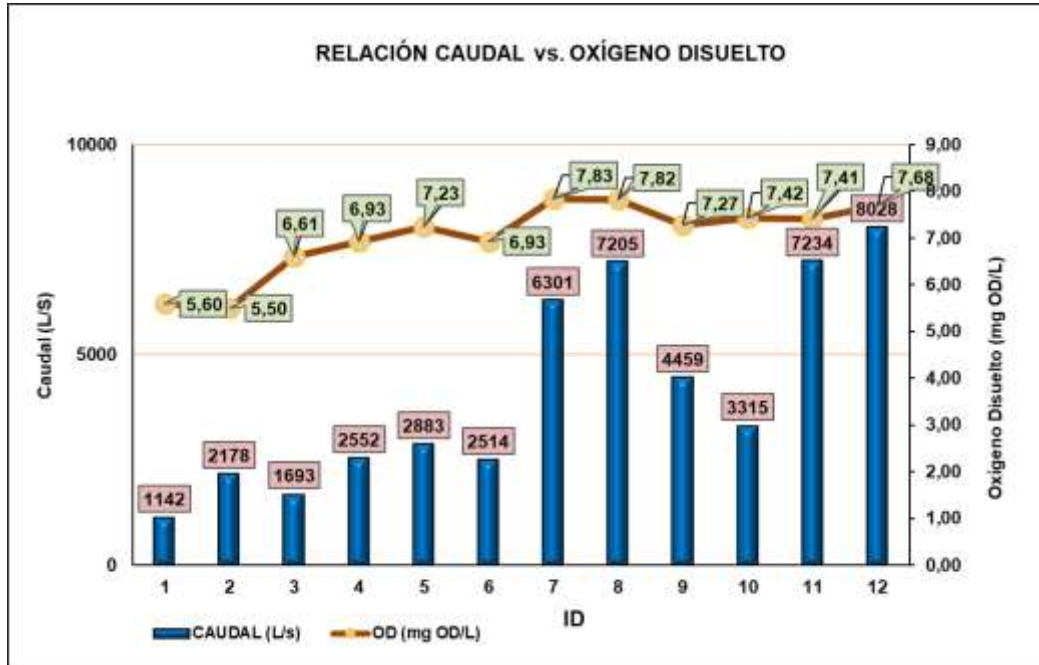
ID	NOMBRE	CAUDAL (L/s)	ICA
1	Estación metereológica las Vegas-captación distrito de riego	1142	0,75
2	Piedras Rojas	2178	0,76
3	La Hamaca	1693	0,83
4	Km 23	2552	0,86
5	Guayabal Telecom	2883	0,81
6	San Luis	2514	0,82
7	La Cabaña	6301	0,65
8	Sector el Rosal aguas arriba Batallón Santander	7205	0,58
9	UFPS	4459	0,73
10	Brisas del Amanecer	3315	0,73
11	200 m antes de la confluencia Río Tejo	7234	0,76
12	200 m después de la confluencia Río Tejo	8028	0,72

El caudal es una de las variables de mayor importancia dentro de la caracterización del río, su medición permite comprender su dinámica y en algunos casos está estrechamente relacionado con la calidad del agua junto con las actividades antrópicas de la zona.

Por otra parte, los valores de los Índices de Calidad del Agua del río Algodonal en general corresponden una calificación Aceptable para la mayoría de los (ID) indicando condiciones favorables en la corriente hídrica, sin embargo, los ID 7 y 8 presentaron una calificación Regular al igual que el año anterior a pesar de sus caudales considerables de 6301 y 7205 L/s respectivamente. El ID 5 presentó una mejora en su calificación pasando de Regular a Aceptable en el año 2021.

Los puntos de muestreo ID 3 a ID 6 presentaron valores de ICA superiores a 0,80 que corresponde a una calificación Aceptable.

5.2 RELACIÓN CAUDAL vs. OXÍGENO DISUELTO – RÍO ALGODONAL 2021

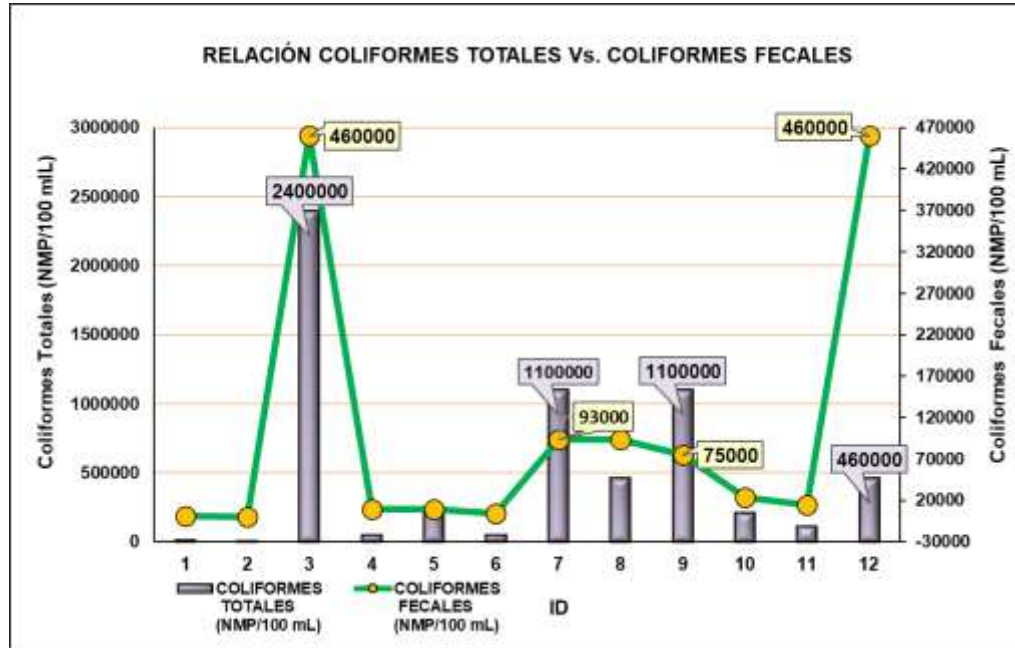


El oxígeno disuelto es una variable muy importante junto con el caudal en una fuente hídrica y tienen una relación directamente proporcional, así mismo se ven involucrados diferentes factores como la temperatura, materia orgánica en descomposición, la turbidez y partículas sólidas en suspensión que pueden generar la disminución del oxígeno disuelto en el cuerpo hídrico.

Los resultados de los ensayos de oxígeno disuelto en la mayoría de ID fueron admisibles para el normal desarrollo de la fauna acuática, los valores más bajos se presentaron en los ID 1 y 2 con concentraciones de 5,60 y 5,50 mg OD/L respectivamente, posiblemente debido a la disminución del caudal en un 50% si se compara con el año 2020.

ID	NOMBRE	CAUDAL (L/s)	OD (mg OD/L)
1	Estación metereológica las Vegas-captación distrito de riego	1142	5,60
2	Piedras Rojas	2178	5,50
3	La Hamaca	1693	6,61
4	Km 23	2552	6,93
5	Guayabal Telecom	2883	7,23
6	San Luis	2514	6,93
7	La Cabaña	6301	7,83
8	Sector el Rosal aguas arriba Batallón Santander	7205	7,82
9	UFPS	4459	7,27
10	Brisas del Amanecer	3315	7,42
11	200 m antes de la confluencia Río Tejo	7234	7,41
12	200 m después de la confluencia Río Tejo	8028	7,68

5.3 RELACIÓN COLIFORMES TOTALES vs. COLIFORMES FECALES RÍO ALGODONAL 2021

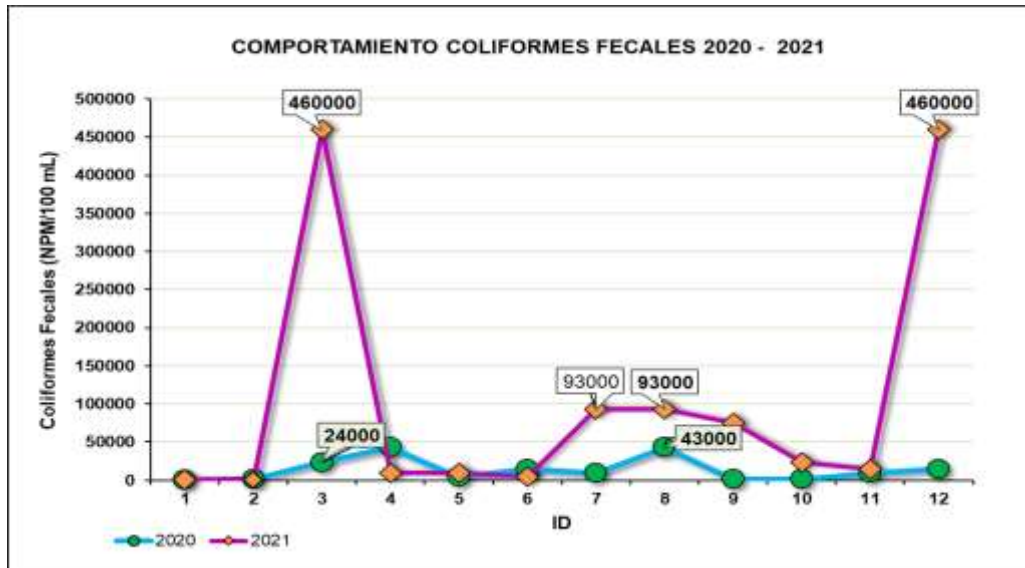


ID	NOMBRE	COLIFORMES TOTALES (NMP/100 mL)	COLIFORMES FECALES (NMP/100 mL)
1	Estación metereológica las Vegas-captación distrito de riego	11000	750
2	Piedras Rojas	4600	430
3	La Hamaca	2400000	460000
4	Km 23	46000	9300
5	Guayabal Telecom	240000	9300
6	San Luis	46000	4300
7	La Cabaña	1100000	93000
8	Sector el Rosal aguas arriba Batallón Santander	460000	93000
9	UFPS	1100000	75000
10	Brisas del Amanecer	210000	24000
11	200 m antes de la confluencia Río Tejo	110000	15000
12	200 m después de la confluencia Río Tejo	460000	460000

La presencia de Coliformes fecales en la corriente superficial confirma que están afectados por vertimientos tanto domésticos como industriales u otro tipo de vertimiento que cuenten con la presencia de materia orgánica.

Los resultados de los ensayos microbiológicos en los diferentes ID indican la presencia de microorganismos que sugieren que existe contaminación por materia orgánica. En los ID 3, ID 7, ID 8, ID 9 e ID 12 se presentaron resultados elevados de Coliformes totales y Coliformes fecales encontrándose el valor más alto en el ID 3 con concentraciones de 2400000 NMP/100 mL para Coliformes totales y 460000 NMP/100 mL para Coliformes fecales. Estos valores en el ID La Hamaca, se deben a la presencia de la laguna de oxidación situada antes de este punto de muestreo, que comparado con años anteriores continúa siendo una de las concentraciones más altas entre todos los ID.

5.4 RELACIÓN COLIFORMES FECALES RÍO ALGODONAL 2020-2021

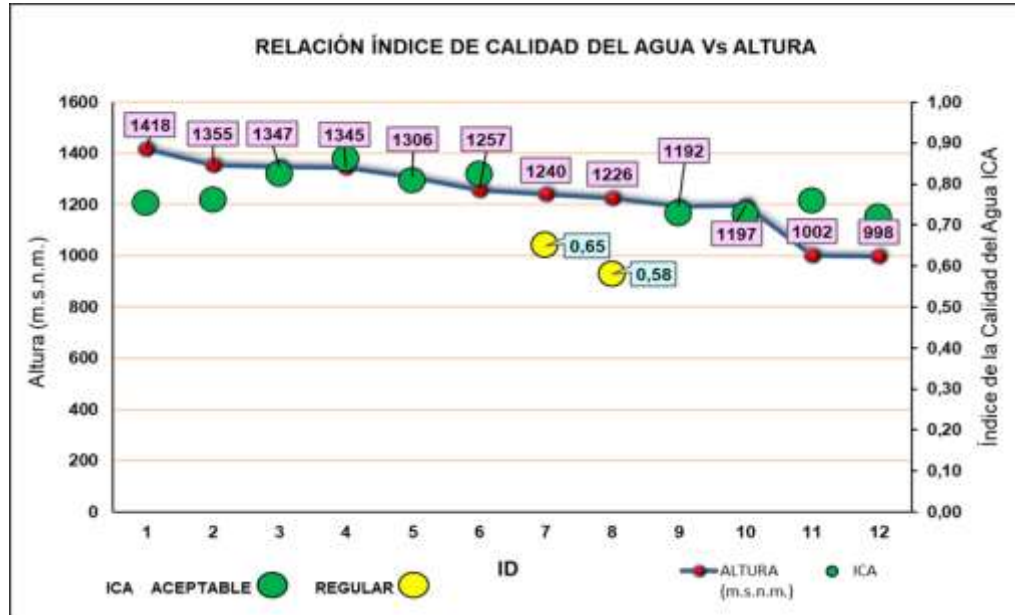


En la gráfica anterior se evidencia la presencia de Coliformes fecales en todos los (ID), tanto en el año 2020 como en el año 2021.

Se puede inferir, que en la mayoría de los ID las concentraciones aumentaron posiblemente por la disminución del caudal en el año 2021, también continúan altas las concentraciones de Coliformes fecales en los ID 3, ID 7, ID 8 e ID 12. En el ID 3 La Hamaca la concentración de Coliformes fecales aumenta de 24000 a 460000 NMP/100 mL, este punto está ubicado varios metros después de las descargas de la laguna de oxidación del municipio de Abrego, en el ID 7 y en el ID 8 se encuentran ubicadas viviendas y el Batallón respectivamente que generan descargas directamente al cuerpo de agua, en el ID 8 la concentración de Coliformes fecales fue de 43000 NMP/100 mL para el año 2020 y de 93000 NMP/100 mL para el año 2021, este aumento considerable. Así mismo, en el ID 12 para el año 2021 se evidencia un aumento en la concentración de Coliformes fecales, pasando de 15000 NMP/100 mL a 460000 NMP/100 mL, en este punto es donde confluye el río Tejo que presenta una carga orgánica alta ya que es el cuerpo receptor de todos los vertimientos del municipio de Ocaña.

ID	NOMBRE	COLIFORMES FECALES (NMP/100 mL)	
		2020	2021
1	Estación metereológica las Vegas-captación distrito de riego	430	750
2	Piedras Rojas	1500	430
3	La Hamaca	24000	460000
4	Km 23	43000	9300
5	Guayabal Telecom	4300	9300
6	San Luis	15000	4300
7	La Cabaña	9300	93000
8	Sector el Rosal aguas arriba Batallón Santander	43000	93000
9	UFPS	1500	75000
10	Brisas del Amanecer	1500	24000
11	200 m antes de la confluencia Río Tejo	9300	15000
12	200 m después de la confluencia Río Tejo	15000	460000

5.5 RELACIÓN ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA Vs ALTURA 2021



ID	NOMBRE	ALTURA (m.s.n.m.)	ICA
1	Estación meteorológica las Vegas-captación distrito de riego	1418	0,75
2	Piedras Rojas	1355	0,76
3	La Hamaca	1347	0,83
4	Km 23	1345	0,86
5	Guayabal Telecom	1306	0,81
6	San Luis	1257	0,82
7	La Cabaña	1240	0,65
8	Sector el Rosal aguas arriba Batallón Santander	1226	0,58
9	UFPS	1192	0,73
10	Brisas del Amanecer	1197	0,73
11	200 m antes de la confluencia Río Tejo	1002	0,76
12	200 m después de la confluencia Río Tejo	998	0,72

La altura sobre el nivel del mar es considerada una variable directamente proporcional con la calidad del agua, se considera que a mayor altura las condiciones fisicoquímicas de los cuerpos de agua son óptimas, sin embargo, las actividades antrópicas y otras variables que influyen en la corriente hídrica pueden cambiar estas condiciones de favorabilidad.

La caracterización del río Algodonal se inició en la estación meteorológica Las Vegas (ID 1) ubicada a una altura de 1418 m.s.n.m, allí el valor del Índice de Calidad del Agua es 0,75 el cual corresponde a una calificación Aceptable, posteriormente desde el ID 3 hasta el ID 6 ubicado a una altura de 1257 m.s.n.m, se presentaron valores entre 0,81 y 0,83 para el Índice de Calidad del Agua, siendo los valores más altos del Índice de Calidad del Agua de todo el trayecto del río Algodonal.

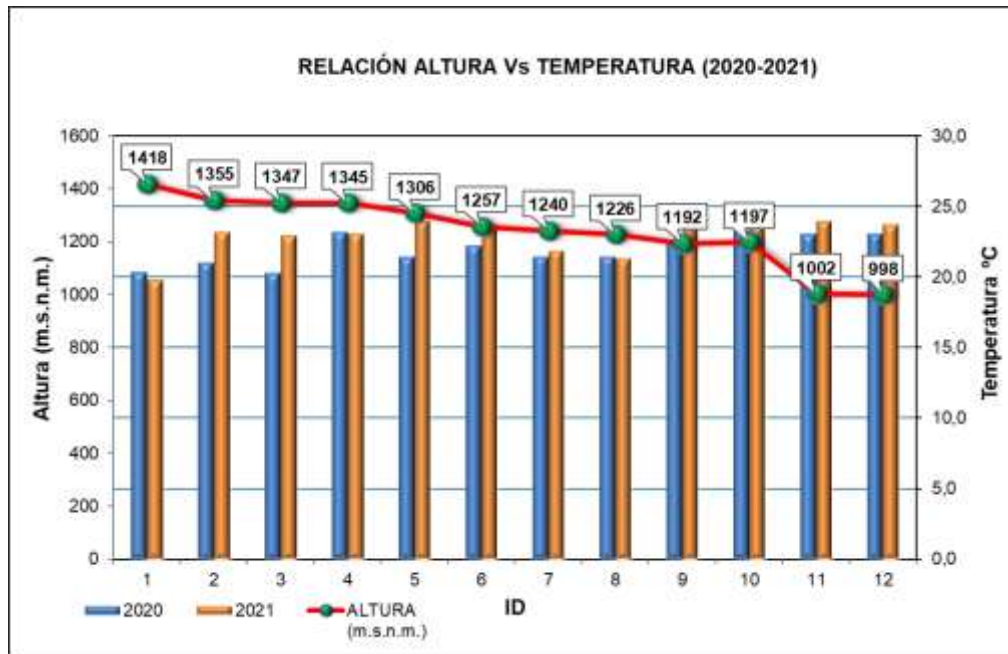
**FECHA
INFORME
15-06-2021**

SUBDIRECCIÓN DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS AMBIENTAL

Posteriormente, la ponderación cambia pasando a una calificación Regular en el ID 7 y en el ID 8 con valores de 0,65 y 0,58 respectivamente para el para el Índice de Calidad del Agua, en estos puntos se encuentran casas aledañas del sector poblado La Hermita y el batallón Santander que descargan sus vertimientos directamente al cuerpo de agua en la cota 1240 y 1226 m.s.n.m.

Finalizando el recorrido del río Algodonal, los valores de los Índices de Calidad del Agua corresponden a una calificación Aceptable terminando a una la altura de 998 m.s.n.m.

5.6 RELACIÓN ALTURA vs TEMPERATURA (2020 – 2021)



La temperatura del agua varía según la altura sobre el nivel del mar, además es un indicador importante puesto que incide directamente en la concentración de oxígeno disuelto y la supervivencia de algunas especies biológicas en el agua. Es decir, cuando la temperatura del agua es fría soporta mejor la vida acuática que la caliente.

De acuerdo con los resultados de las mediciones de temperatura realizadas en los sitios de muestreo, se puede evidenciar que a mayor altura sobre el nivel del mar menor es la temperatura del agua. Lo anterior se puede constatar con los resultados obtenidos donde la temperatura más baja que se reportó fue en el ID 1 a una altura de 1418 m.s.n.m, tanto para el año 2020 como en el año 2021, en los siguientes puntos o ID las temperaturas aumentaron, registrándose el valor más alto en el ID 12 con un valor de 23,7°C.

ID	NOMBRE	ALTURA (m.s.n.m.)	TEMPERATURA	
			2020	2021
1	Estación metereológica las Vegas-captación distrito de riego	1418	20,3	19,8
2	Piedras Rojas	1355	21,0	23,1
3	La Hamaca	1347	20,3	22,9
4	Km 23	1345	23,1	23,0
5	Guayabal Telecom	1306	21,4	23,9
6	San Luis	1257	22,2	23,7
7	La Cabaña	1240	21,4	21,8
8	Sector el Rosal aguas arriba Batallón Santander	1226	21,4	21,3
9	UFPS	1192	22,6	23,9
10	Brisas del Amanecer	1197	23,2	23,7
11	200 m antes de la confluencia Río Tejo	1002	23,0	23,9
12	200 m después de la confluencia Río Tejo	998	23,0	23,7

5.7 RELACIÓN TURBIEDAD vs SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES 2021



Los sólidos suspendidos totales y turbiedad tienen entre sí una relación directamente proporcional, determinando una calidad del agua desfavorable cuando la concentración de sólidos suspendidos totales y el valor de la turbidez aumentan.

ID	NOMBRE	TURBIEDAD (NTU)	SST (mg/L)
1	Estación meteorológica las Vegas-captación distrito de riego	2,60	3,60
2	Piedras Rojas	30,0	44,2
3	La Hamaca	14,0	25,4
4	Km 23	10,0	15,0
5	Guayabal Telecom	11,0	15,5
6	San Luis	23,0	25,5
7	La Cabaña	280	292
8	Sector el Rosal aguas arriba Batallón Santander	280	292
9	UFPS	120	101
10	Brisas del Amanecer	100	110
11	200 m antes de la confluencia Río Tejo	50,0	96,0
12	200 m después de la confluencia Río Tejo	63,0	150

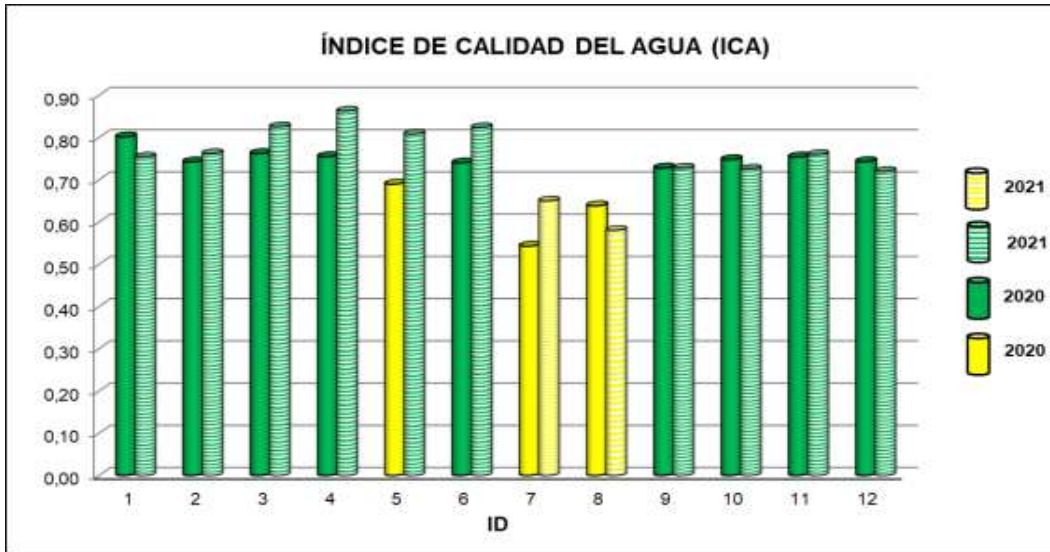
En la gráfica anterior se puede evidenciar esta relación, los valores más altos de sólidos suspendidos totales y de turbiedad se presentaron en el ID 7 y en el ID 8 con valores de 280 y 280 NTU para turbiedad y de 292 y 292 mg/L para sólidos suspendidos totales, estos resultados corroboran la calificación Regular correspondiente al Índice de Calidad de Agua en estos dos (2) ID, conservando esta calificación si se compara con el año 2020, siendo la calificación más desfavorable de los doce (12) ID de la corriente hídrica del río Algodonal.

También es importante mencionar el impacto que generan las trituradoras sobre el cuerpo de agua, puesto que en el ID 5 Guayabal Telecom mejoró su calidad pasando de una calificación Regular a una calificación Aceptable, lo anterior se debe a que durante la jornada del muestreo no se presentaron actividades de extracción.

**FECHA
 INFORME**
 15-06-2021

SUBDIRECCIÓN DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS AMBIENTAL

5.8 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (2020 – 2021)



El Índice de Calidad del Agua evalúa el estado ambiental de la fuente hídrica con un valor numérico que califica entre 0 y 1 la calidad del agua, situándose en una de las cinco categorías que varían entre *Muy mala, Mala, Regular, Aceptable* y *Buena*. Esta calificación se realiza con base en los resultados de los siguientes seis (6) ensayos: *Demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica, pH, sólidos suspendidos totales, nitrógeno total, fósforo total y oxígeno disuelto*, permitiendo identificar problemas de contaminación en determinado punto de muestreo.

La gráfica permite inferir que se mantienen en calificación *Regular* el ID 7 y el ID 8 en el año 2021, sitios donde se presentan vertimientos de aguas residuales del centro poblado *La Hermita* y del *Batallón Santander* corroborando el impacto que generan sobre la corriente hídrica, sin embargo, la corriente hídrica *Algodonal* en general presentó una calificación *Aceptable* para el Índice de Calidad del Agua mejorando el resultado con un valor de 0,72 a 0,75 debido a la recuperación que se presentó en

ID	NOMBRE	ICA	
		2020	2021
1	Estación metereológica las Vegas-captación distrito de riego	0,80	0,75
2	Piedras Rojas	0,74	0,76
3	La Hamaca	0,76	0,83
4	Km 23	0,75	0,86
5	Guayabal Telecom	0,69	0,81
6	San Luis	0,74	0,82
7	La Cabaña	0,54	0,65
8	Sector el Rosal aguas arriba Batallón Santander	0,64	0,58
9	UFPS	0,73	0,73
10	Brisas del Amanecer	0,75	0,73
11	200 m antes de la confluencia Río Tejo	0,75	0,76
12	200 m después de la confluencia Río Tejo	0,74	0,72
PROMEDIO		0,72	0,75

el ID 5 pasando de una calificación Regular a Aceptable, lo anterior se presenta porque en el momento del muestreo no se presentaron labores de excavación por parte de la trituradora ubicada en ese punto.

6 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLES – RÍO ALGODONAL

La cuenca hídrica del río Algodonal objeto del presente estudio, comprende desde el municipio de Ábrego ID1 “Estación meteorológica Las Vegas” y se extiende hasta el área rural del municipio de Ocaña, donde confluye con el río Tejo ID 12 “200 m después de la confluencia con el río Tejo”. Durante el mes de abril de 2021 se realizó la caracterización de la cuenca en mención, con el fin de estudiar su dinámica y realizar su seguimiento ante la posible alteración en su cauce. A continuación se analizan las variables de pH, temperatura, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno total, fósforo total, turbiedad, oxígeno disuelto y caudal, ya que su comportamiento incide en la calificación del Índice de Calidad del Agua superficial de la corriente hídrica en estudio, el índice se calcula de acuerdo con el protocolo establecido por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Así mismo, se analiza otra variable que es hidrocarburos, que aunque no influye en el cálculo de la calidad del agua, es importante su resultado teniendo en cuenta los factores antrópicos que la genera.