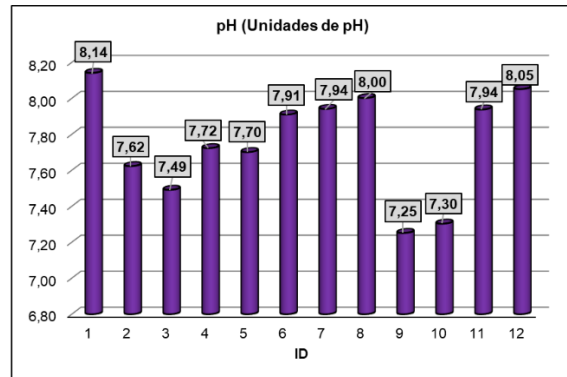
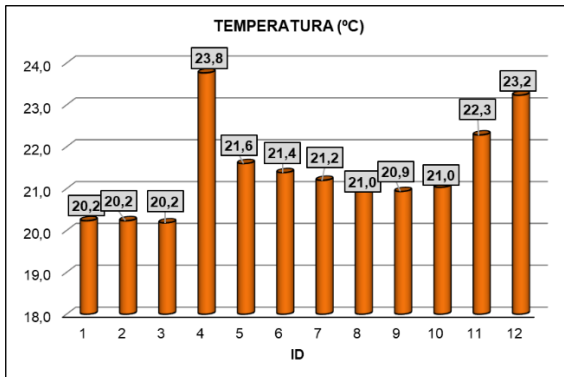


6 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLES

El río Algodonal se caracteriza desde el municipio de Ábrego ID 1 “Estación meteorológica Las Vegas” hasta el área rural de Ocaña, donde se une al río Tejo ID 12 “200 m después de la confluencia con el río Tejo”. En mayo y junio de 2023 se tomaron muestras y se realizaron ensayos para estudiar su dinámica y hacerle seguimiento ante posibles alteraciones en su cauce.

Se evaluaron 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, que afectan la calificación del Índice de Calidad del Agua superficial del río, según el protocolo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. También se analizó la variable de hidrocarburos en algunos puntos, aunque no incide en el cálculo de la calidad del agua, es relevante su resultado por los factores antrópicos que la originan.

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



| ID | NOMBRE | TEMPERATURA (°C) | pH (Unidades) |
|----|--|------------------|---------------|
| 1 | Estación metereológica las Vegas-captación distrito de riego | 20,2 | 8,14 |
| 2 | Piedras Rojas | 20,2 | 7,62 |
| 3 | La Hamaca | 20,2 | 7,49 |
| 4 | Km 23 | 23,8 | 7,72 |
| 5 | Guayabal Telecom | 21,6 | 7,70 |
| 6 | San Luis | 21,4 | 7,91 |
| 7 | La Cabaña | 21,2 | 7,94 |
| 8 | Sector el Rosal aguas arriba Batallón Santander | 21,0 | 8,00 |
| 9 | UFPS | 20,9 | 7,25 |
| 10 | Brisas del Amanecer | 21,0 | 7,30 |
| 11 | 200 m antes de la confluencia Río Tejo | 22,3 | 7,94 |
| 12 | 200 m después de la confluencia Río Tejo | 23,2 | 8,05 |

El pH es definido como el logaritmo del inverso de la concentración de hidrogeniones (H^+), siendo una variable que indica acidez o alcalinidad, el intervalo de la concentración adecuado para la proliferación y desarrollo de la vida acuática oscilan entre 6.5 a 8.0, fuera de este rango se reduce a la diversidad por estrés fisiológico y la reproducción.

El pH es una medida que indica si una solución es ácida o básica, basada en el logaritmo inverso de la concentración de iones hidrógeno (H^+). Los valores de pH entre 6.5 y 8.0 son los más adecuados para la conservación y crecimiento de los organismos acuáticos, ya que fuera de este rango se afecta su fisiología y reproducción.

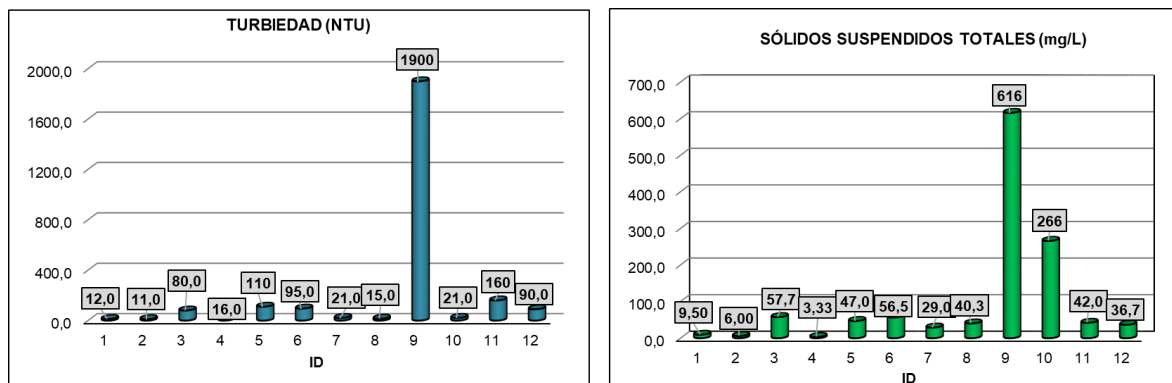
En los doce (12) ID o puntos caracterizados en el río Algodonal, el pH medido directamente en el agua mostró valores cercanos a la neutralidad o ligeramente alcalinos, lo cual es aceptable para las aguas superficiales naturales y la vida acuática. No se observaron valores anómalos que pudieran alterar la calidad del recurso hídrico.

La temperatura de los ríos también depende de la temperatura del suelo, del régimen hidrológico y de las actividades humanas. Las descargas de aguas con altas temperaturas pueden dañar la flora y la fauna acuáticas.

En la caracterización del río Algodonal, se registró la variación de la temperatura desde 20,2 °C en la parte alta de la cuenca (municipio de Abrego) ID 1 Estación meteorológica Las Vegas a una altura de 1376 m.s.n.m, hasta 23,2°C en la parte baja de la cuenca ID 12 después de la confluencia con el río Tejo, a una altura de 981 m.s.n.m. Estos valores son normales para el buen funcionamiento del ecosistema acuático.

De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015 “Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, los rangos establecidos para el pH y la temperatura son “< 40°C” y entre 5 y 9 respectivamente, para todos los usos relacionados en el decreto. Se puede concluir que los resultados de las mediciones de campo cumplen con estos rangos.

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



| ID | NOMBRE | TURBIEDAD (NTU) | SST (mg/L) |
|----|--|-----------------|------------|
| 1 | Estación metereológica las Vegas-captación distrito de riego | 12,0 | 9,50 |
| 2 | Piedras Rojas | 11,0 | 6,00 |
| 3 | La Hamaca | 80,0 | 57,7 |
| 4 | Km 23 | 16,0 | 3,33 |
| 5 | Guayabal Telecom | 110 | 47,0 |
| 6 | San Luis | 95,0 | 56,5 |
| 7 | La Cabaña | 21,0 | 29,0 |
| 8 | Sector el Rosal aguas arriba Batallón Santander | 15,0 | 40,3 |
| 9 | UFPS | 1900 | 616 |
| 10 | Brisas del Amanecer | 21,0 | 266 |
| 11 | 200 m antes de la confluencia Río Tejo | 160 | 42,0 |
| 12 | 200 m después de la confluencia Río Tejo | 90,0 | 36,7 |

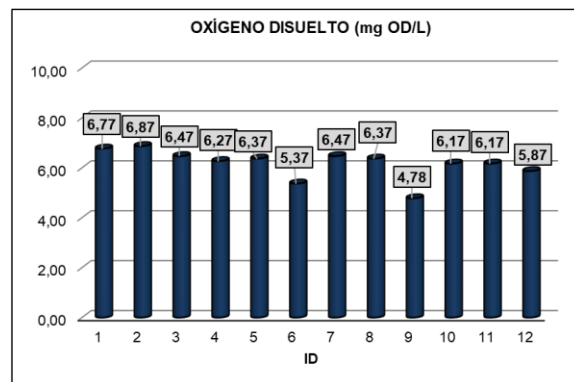
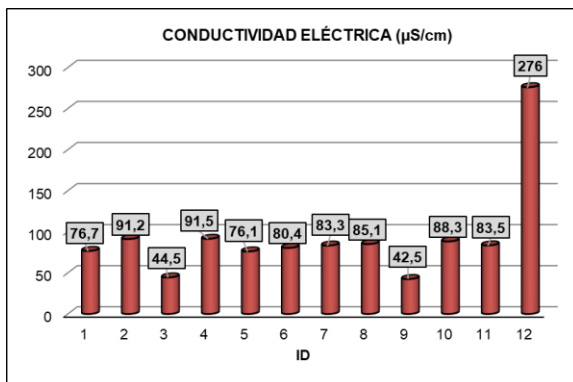
Los sólidos son una variable física que afecta la calidad del agua, pueden ser de origen orgánico y/o inorgánico producto de las actividades antrópicas en el área de influencia. Los sólidos suspendidos son los que flotan en el agua y aumentan la turbiedad.

Según la gráfica, los puntos con mayor cantidad de sólidos suspendidos totales fueron el ID 9 con 616 mg/L y el ID 10 con 266 mg/L, lo que hizo que el índice de calidad del agua (ICA) fuera Regular en estos sitios. Estos resultados se deben a las lluvias que hubo en la parte alta de la cuenca el día antes del muestreo, que alteraron las condiciones normales del río. En la gráfica también se ve que los puntos con menor cantidad de sólidos suspendidos totales fueron los ID 1, ID 2 e ID 4, donde la concentración de solidos suspendidos fue menor de 10 mg/L.

La turbiedad mide la pérdida de transparencia del agua por la presencia de materiales en suspensión como arcilla, limo o materia orgánica e inorgánica, así como organismos planctónicos y otros microorganismos que se mantienen en suspensión por la corriente o por su naturaleza coloidal.

La turbiedad tuvo su valor más alto en el ID 9 con 1900 NTU y su valor más bajo del ID 1, ID 2 e ID 4, lo que muestra la estrecha relación entre esta variable y los sólidos suspendidos totales.

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



| ID | NOMBRE | CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (µS/cm) | OXÍGENO DISUELTO (mg OD/L) |
|----|--|---------------------------------|----------------------------|
| 1 | Estación metereológica las Vegas-captación distrito de riego | 76,7 | 6,77 |
| 2 | Piedras Rojas | 91,2 | 6,87 |
| 3 | La Hamaca | 44,5 | 6,47 |
| 4 | Km 23 | 91,5 | 6,27 |
| 5 | Guayabal Telecom | 76,1 | 6,37 |
| 6 | San Luis | 80,4 | 5,37 |
| 7 | La Cabaña | 83,3 | 6,47 |
| 8 | Sector el Rosal aguas arriba Batallón Santander | 85,1 | 6,37 |
| 9 | UFPS | 42,5 | 4,78 |
| 10 | Brisas del Amanecer | 88,3 | 6,17 |
| 11 | 200 m antes de la confluencia Río Tejo | 83,5 | 6,17 |
| 12 | 200 m después de la confluencia Río Tejo | 276 | 5,87 |

El oxígeno disuelto en el agua es un indicador de contaminación y es directamente proporcional a su calidad. Los valores normales de oxígeno disuelto varían entre 7 mg OD/L y 8 mg OD/L, para la fauna ictiológica el oxígeno en concentraciones menores de 3 mg OD/L es letal.

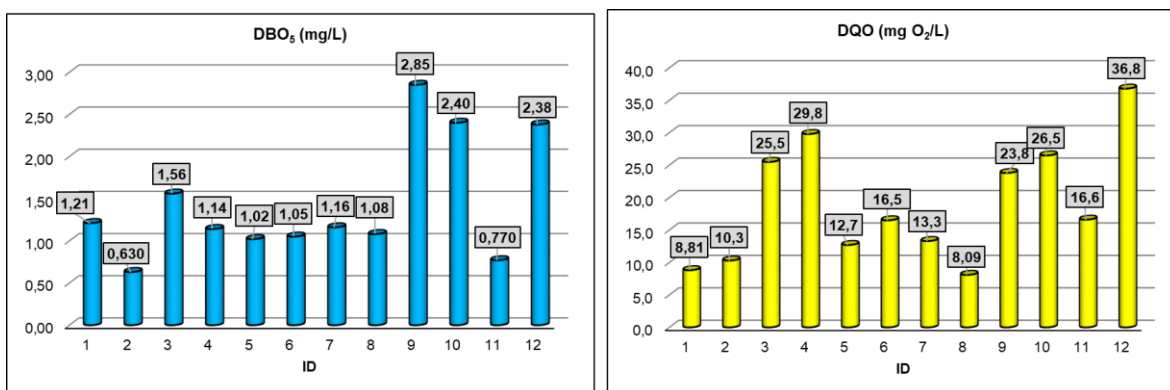
El oxígeno disuelto en el agua es un indicador de la calidad y la contaminación del recurso hídrico. Los valores normales de oxígeno disuelto están entre 7 mg OD/L y 8 mg OD/L, y para los peces el oxígeno en concentraciones menores de 3 mg OD/L es mortal.

Los valores medidos para esta variable en el río Algodonal estuvieron entre 4,78 mg OD/L y 6,87 mg OD/L, lo que indica una baja calidad del agua, pero una mejora en comparación al año 2022. Esto se debe principalmente al aumento del caudal con respecto al año anterior por la época de sequía. Sin embargo, las actividades humanas en el área de influencia como los vertimientos de aguas residuales domésticas aportan sustancias que reducen el oxígeno disuelto.

La conductividad eléctrica es una variable que puede dar información sobre las fuentes de contaminación, ya que su valor aumenta por la presencia de sólidos disueltos y por la temperatura del agua, lo que afecta la calidad del recurso.

Esto se confirma en el resultado de conductividad eléctrica obtenido en el ID 12, que fue el más alto, debido a las descargas de aguas residuales que llevan sustancias orgánicas e inorgánicas disueltas desde el río Tejo hasta el río Algodonal, lo que hace que su calidad sea Regular.

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

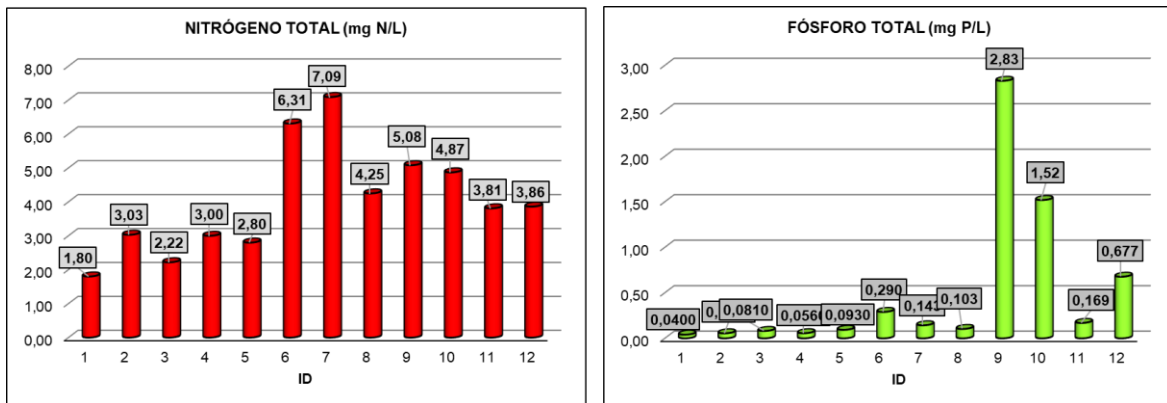


| ID | NOMBRE | DBO ₅ (mg/L) | DQO (mg O ₂ /L) |
|----|--|-------------------------|----------------------------|
| 1 | Estación metereológica las Vegas-captación distrito de riego | 1,21 | 8,81 |
| 2 | Piedras Rojas | 0,630 | 10,3 |
| 3 | La Hamaca | 1,56 | 25,5 |
| 4 | Km 23 | 1,14 | 29,8 |
| 5 | Guayabal Telecom | 1,02 | 12,7 |
| 6 | San Luis | 1,05 | 16,5 |
| 7 | La Cabaña | 1,16 | 13,3 |
| 8 | Sector el Rosal aguas arriba Batallón Santander | 1,08 | 8,09 |
| 9 | UFPS | 2,85 | 23,8 |
| 10 | Brisas del Amanecer | 2,40 | 26,5 |
| 11 | 200 m antes de la confluencia Río Tejo | 0,770 | 16,6 |
| 12 | 200 m después de la confluencia Río Tejo | 2,38 | 36,8 |

La demanda química de oxígeno – DQO, es el oxígeno que se necesita para oxidar químicamente el material orgánico que se puede o no descomponer biológicamente, bajo ciertas condiciones de oxidante, temperatura y tiempo. La demanda química de oxígeno - DQO está relacionada con la demanda bioquímica de oxígeno - DBO, que es el oxígeno que se consume por la descomposición biológica de la materia orgánica.

Según los análisis realizados para la variable demanda química de oxígeno -DQO en los diferentes ID caracterizados, los valores más altos se dieron en los ID 3, ID 4, ID 9, ID 10 e ID 12 con concentraciones mayores a 20,0 mg O₂/L. Estos puntos también tuvieron las concentraciones más altas para la variable demanda bioquímica de oxígeno -DBO₅. Esto se debe a las descargas puntuales de aguas residuales domésticas y no domésticas de la zona sobre el río Algodonal. Estos valores influyeron en la calificación Regular del índice de calidad del Agua (ICA) en estos puntos.

6.5 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE (NITRÓGENO TOTAL Y FÓSFORO TOTAL) 2022



| ID | NOMBRE | NITRÓGENO TOTAL (mg N/L) | FÓSFORO TOTAL (mg P/L) |
|----|--|--------------------------|------------------------|
| 1 | Estación metereológica las Vegas-captación distrito de riego | 1,80 | 0,0400 |
| 2 | Piedras Rojas | 3,03 | 0,0550 |
| 3 | La Hamaca | 2,22 | 0,0810 |
| 4 | Km 23 | 3,00 | 0,0560 |
| 5 | Guayabal Telecom | 2,80 | 0,0930 |
| 6 | San Luis | 6,31 | 0,290 |
| 7 | La Cabaña | 7,09 | 0,143 |
| 8 | Sector el Rosal aguas arriba Batallón Santander | 4,25 | 0,103 |
| 9 | UFPS | 5,08 | 2,83 |
| 10 | Brisas del Amanecer | 4,87 | 1,52 |
| 11 | 200 m antes de la confluencia Río Tejo | 3,81 | 0,169 |
| 12 | 200 m después de la confluencia Río Tejo | 3,86 | 0,677 |

El nitrógeno y el fósforo, al igual que la demanda bioquímica de oxígeno son indicadores de la cantidad de materia orgánica que hay en el agua y que puede afectar a su calidad.

El fósforo favorece el crecimiento de la biomasa en el agua, lo que implica un mayor consumo de oxígeno para su descomposición aeróbica. Además, provoca la eutrofización del agua, aumentando el fitoplancton, lo que reduce el oxígeno disponible para la vida acuática.

El nitrógeno es un nutriente esencial para los seres vivos y se puede encontrar en el agua en forma de amoníaco, nitratos y nitritos. Estas formas de nitrógeno dependen del pH, la temperatura y el oxígeno disuelto del agua.

Los gráficos de nitrógeno y fósforo muestran que los niveles de estos elementos en los doce (12) ID analizados en la corriente superficial del Algodonal son estables y no presentan alteraciones significativas. Sin embargo, los ID 6 e ID 7 registraron las concentraciones más altas de nitrógeno total 6,31 mg N/L y 7,09 mg N/L respectivamente, mientras que las concentraciones más altas registradas de fósforo total fueron en el ID 9 (2,83 mg P/L) e ID 10 (1,52 mg P/L), lo que se relaciona con la presencia de aguas residuales domésticas y cultivos que aportan compuestos nitrogenados y fosforados al río Algodonal, afectando así la calidad del agua.

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

| ID | NOMBRE | ACEITES Y GRASAS (mg/L) | HIDROCARBUROS (mg/L) |
|-----------|---|--------------------------------|-----------------------------|
| 3 | La Hamaca | < 5,00 | < 5,00 |
| 7 | La Cabaña | < 5,00 | < 5,00 |
| 11 | 200 m antes de la confluencia Río Tejo | < 5,00 | < 5,00 |
| 12 | 200 m después de la confluencia Río Tejo | 20,9 | < 5,00 |

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos que se forman principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo. Estos compuestos se caracterizan por tener una densidad baja, baja solubilidad en agua, una biodegradabilidad nula o muy reducida, y la capacidad de flotar sobre el agua formando capas de distintos colores y espesores. Cuando las grasas y aceites se encuentran en

altas concentraciones, impiden el intercambio de gases entre el agua y la atmósfera, lo que afecta negativamente a la vida acuática.

En la tabla se muestran las concentraciones de Hidrocarburos, Aceites y grasas para cuatro (4) de los doce (12) ID a lo largo del Río Algodonal 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 12 donde se registra una concentración de 20,9 mg/L, lo que se relaciona con las grasas y aceites procedentes de las aguas residuales que se vierten al río Tejo y que posteriormente desembocan en el río Algodonal.

Los hidrocarburos son otro tipo de compuestos orgánicos que pueden tener diferentes formas, como combustibles ligeros, crudo, aceites lubricantes, diésel, keroseno, etc. Su presencia en el lecho hídrico puede deberse a actividades humanas que se realizan en el cauce del río o a accidentes que provocan derrames puntuales.

No se evidenció concentraciones de Hidrocarburos para ninguno de estos cuatro (4) ID a lo largo de la corriente hídrica, a pesar de la influencia de las actividades humanas, como el paso de volquetas con carga de materiales pétreos, vehículos con carga de agua y tránsito constante de vehículos que cruzan el río, los cuales podrían ocasionar derrames de gasolina y ACPM que contienen estos compuestos.