

2.6. Interpretación Variables Cruzadas.

Los resultados de los ensayos realizados en los tres puntos de muestreo pueden interpretarse mediante el cruce de diversas variables fisicoquímicas. El análisis de las relaciones directas o inversas entre dichas variables y las actividades antropogénicas presentes en el área de influencia permite obtener información relevante sobre la calidad física, química y biológica del río Tejo, así como sobre la posible afectación de este recurso hídrico y su dinámica. A continuación, se presenta el análisis del comportamiento de cada variable, la mayoría de las cuales intervino en el cálculo del Índice de Calidad del Agua.

2.6.1. Cruce de Variables (Altura Vs Índice de Calidad del Agua – ICA) 2025.

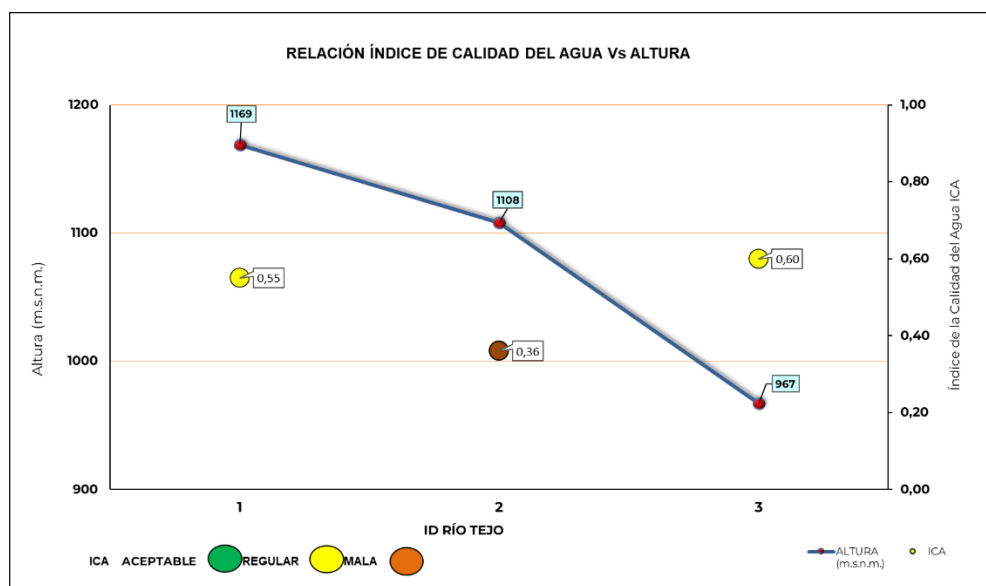
Los valores del Índice de Calidad del Agua (ICA) muestran variaciones significativas entre los tres puntos evaluados, pese a que la altitud no constituye en sí misma un factor determinante de la calidad, sino un descriptor del gradiente longitudinal del río. El ID2, ubicado a 1108 m.s.n.m., presenta el ICA más bajo (0,36), lo que lo clasifica como el tramo de mayor deterioro del sistema. Esta condición coincide con la zona donde confluyen los vertimientos residuales sin tratamiento provenientes del área urbana del municipio de Ocaña, lo que genera un impacto directo sobre la calidad del agua y explica el descenso abrupto del índice respecto al ID1.

Tabla 10 ID Río Tejo, datos de la altura y el índice de Calidad del Agua – ICA.

ID	NOMBRE	ALTURA (m.s.n.m.)	ICA
1	Bocatoma Acueducto La Tupia	1169	0,55
2	200 m después del último vertimiento	1108	0,36
3	200 m antes de la confluencia Río Algodonal	967	0,60

Fuente: IR-25-06 (51 al 53) del 14 de octubre de 2025- Corponor.

Figura 10 Altura Vs Índice de Calidad del Agua – ICA Río Tejo.



En contraste, el ID3 situado a 967 m.s.n.m. muestra un ICA de 0,60, reflejando una recuperación parcial del río, aunque aún limitada por la incorporación de nuevas descargas en el trayecto, particularmente las procedentes del río de Oro antes de su confluencia con el río Tejo. Esta ligera mejora responde a procesos de mezcla y dilución a lo largo del cauce, pero la persistencia de aportes residuales mantiene el sistema en un estado de presión antrópica constante. El ID1, a mayor altitud (1169 m.s.n.m.) y con un ICA de 0,55, evidencia mejores condiciones relativas, propias de un tramo ubicado aguas arriba de las principales descargas urbanas, lo cual confirma la progresiva degradación del recurso hídrico a medida que el río avanza hacia zonas con mayor intervención humana.

2.6.2. Cruce de Variables (Caudal Vs Índice de Calidad del Agua – ICA) 2025.

Los valores de caudal muestran un aumento progresivo desde el ID1 (88 L/s) hacia el ID3 (763 L/s), reflejando la acumulación natural de aportes hídricos en el sentido de la corriente, junto con los ingresos provenientes de quebradas, drenajes y afluentes intermedios. Sin embargo, este incremento de caudal no se traduce en una

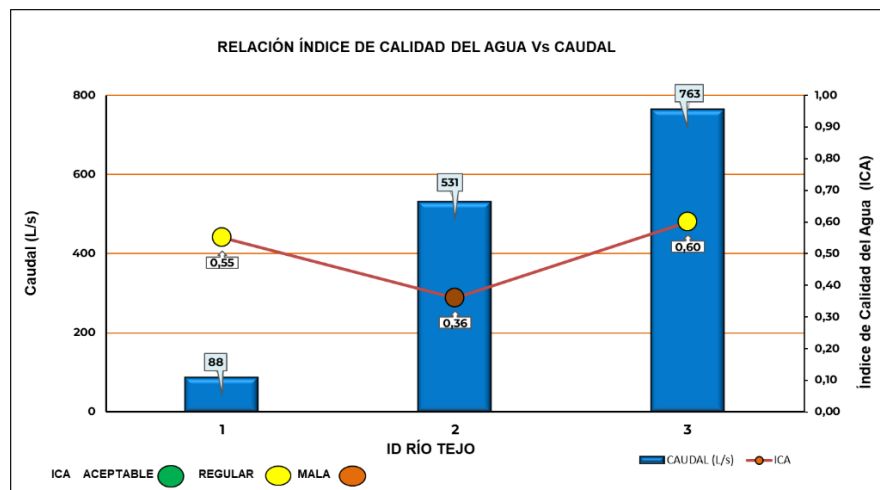
mejora sostenida de la calidad del agua, como lo evidencia el ICA. El descenso marcado del índice en el ID2 (0,36), pese a contar con un caudal significativamente mayor que el ID1, confirma que la degradación no se asocia a condiciones naturales del río, sino a la fuerte presión que ejerce la carga orgánica, los vertimientos residuales y los materiales arrastrados desde el casco urbano de Ocaña, los cuales superan la capacidad de dilución disponible en ese tramo.

Tabla 11 ID Río Tejo, datos del Caudal y el Índice de Calidad del Agua – ICA.

ID	NOMBRE	CAUDAL (L/s)	ICA
1	Bocatoma Acueducto La Tupia	88	0,55
2	200 m después del último vertimiento	531	0,36
3	200 m antes de la confluencia Río Algodonal	763	0,60

Fuente: IR-25-06 (51 al 53) del 14 de octubre de 2025- Corponor.

Figura 11 Relación Índice de Calidad del agua Vs Caudal.



En el ID3 se observa el caudal más elevado del recorrido (763 L/s), lo cual favorece un proceso parcial de mezcla y dispersión de contaminantes, permitiendo que el ICA aumente hasta 0,60. No obstante, esta recuperación no es plena debido a la llegada,

en este mismo trayecto, de nuevos aportes contaminantes procedentes del río de Oro y otros drenajes, que introducen cargas adicionales antes de la confluencia con el Algodonal. El comportamiento conjunto del caudal y el ICA evidencia que, aunque el aumento del volumen hídrico contribuye a moderar los efectos de la contaminación, la presión antrópica acumulada continúa limitando la capacidad del sistema para alcanzar un estado de buena calidad, manteniéndolo en una condición de vulnerabilidad ambiental.

2.6.3. Cruce de Variables (Caudal Vs Oxígeno Disuelto- OD) 2025.

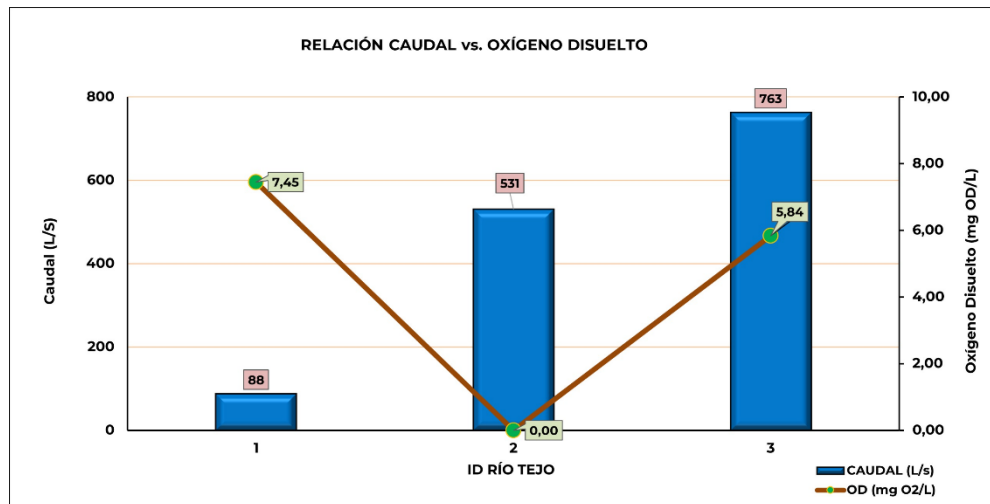
La relación entre Caudal y Oxígeno Disuelto (OD) en los tres puntos evidencia cómo las condiciones hidrológicas y las cargas contaminantes modifican la capacidad del río para sostener oxígeno en su columna de agua. En el ID1, con un caudal de 88 L/s y un entorno relativamente conservado, el OD alcanza 7,45 mg/L, un valor alto y coherente con un tramo donde no hay aportes significativos de materia orgánica ni condiciones que generen consumo rápido de oxígeno. Sin lluvias previas que aportaran sedimentos finos o materia orgánica lavada desde la cuenca, este punto conserva un comportamiento típico de cabecera media, con buena aireación natural y baja presión antrópica. En cambio, al llegar al ID2 el caudal aumenta drásticamente a 531 L/s sin que haya ocurrido lluvia previa, lo cual indica que este incremento se debe principalmente a la entrada de aguas residuales urbanas y drenajes del casco urbano. Estas aguas, con alta carga orgánica y química, provocan un consumo inmediato e intenso de oxígeno, lo que explica que el OD caiga a 0,00 mg/L a pesar del mayor volumen hídrico: la demanda de oxidación supera por completo la capacidad del río para reponer el oxígeno mediante mezcla y turbulencia.

Tabla 12 ID Río Tejo, datos Caudal y Oxígeno Disuelto- OD Río Tejo.

ID	NOMBRE	CAUDAL (L/s)	OD (mg O2/L)
1	Bocatoma Acueducto La Tupia	88	7,45
2	200 m después del último vertimiento	531	0,00
3	200 m antes de la confluencia Río Algodonal	763	5,84

Fuente: IR-25-06 (51 al 53) del 14 de octubre de 2025- Corponor.

Figura 12 Relación Caudal Vs Oxígeno Disuelto- OD.



En el ID3 el caudal aumenta aún más, hasta 763 L/s, impulsado esta vez por la lluvia caída la noche previa al muestreo, que incrementó significativamente el aporte de agua de escorrentía y favoreció la mezcla, la aireación y la dispersión de contaminantes. Como resultado, el OD se recupera parcialmente hasta 5,84 mg/L. Sin embargo, esta recuperación no es total debido a que, entre el ID2 e ID3, el río Tejo recibe el aporte del río de Oro, el cual descarga aguas negras sin tratamiento directamente al cauce. Por esta razón, aunque el mayor caudal generado por la

lluvia permite una re-oxigenación efectiva, la incorporación continua de aguas residuales provenientes del río de Oro limita la capacidad del sistema para alcanzar niveles óptimos de oxígeno. En conjunto, la dinámica muestra que el ID1 refleja condiciones naturales, el ID2 evidencia un colapso del oxígeno por el ingreso directo de aguas residuales urbanas, y el ID3 revela una recuperación parcial modulada por el aumento del caudal, pero restringida por las descargas persistentes aguas arriba.

2.6.4. Cruce de Variables (Turbiedad Vs Sólidos Suspendidos Totales-SST) 2025.

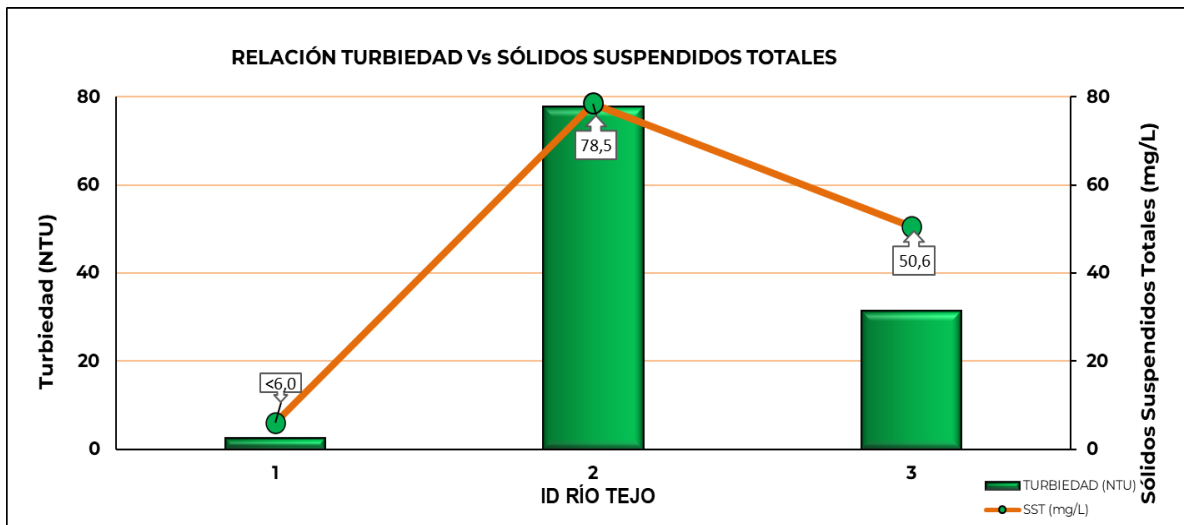
La relación entre turbidez y sólidos suspendidos totales (SST) muestra un patrón muy marcado entre los tres puntos de muestreo. En el ID1, con turbidez de 2,40 NTU y SST <6 mg/L, el río presenta condiciones típicas de un tramo con baja intervención y sin lluvias previas, lo que explica la estabilidad del agua y la escasa presencia de partículas en suspensión. Sin aportes significativos de arrastre, ni domésticos ni agrícolas, la columna de agua se mantiene clara y con mínima carga particulada. Esta situación contrasta radicalmente con el ID2, donde la turbidez asciende a 77,8 NTU y los SST a 78,5 mg/L, pese a que tampoco hubo lluvia previa. Esta combinación anómala de alta carga suspendida sin influencia de escorrentía pluvial, evidencia que el incremento se debe principalmente al ingreso de descargas urbanas, el arrastre de residuos y escombros acumulados en el cauce, así como al aporte de materiales finos producto de la alteración del lecho por la actividad humana en el sector urbano. La coincidencia casi exacta entre turbidez y SST confirma que la carga particulada proviene mayormente de fuentes puntuales y no de procesos erosivos naturales.

Tabla 13 ID Río Tejo, datos de Turbiedad y Sólidos Suspendidos Totales-SST).

ID	NOMBRE	TURBIEDAD (NTU)	SST (mg/L)
1	Bocatoma Acueducto La Tupia	2,40	<6,00
2	200 m después del último vertimiento	77,80	78,5
3	200 m antes de la confluencia Río Algodonal	31,40	50,6

Fuente: IR-25-06 (51 al 53) del 14 de octubre de 2025- Corponor.

Figura 13 Relación Turbiedad y Sólidos Suspendidos Totales-SST.



En el ID3 la turbidez desciende a 31,40 NTU y los SST a 50,6 mg/L, mostrando una reducción respecto al pico del ID2, aunque sin retornar a niveles similares al ID1. A diferencia de los puntos anteriores, aquí sí llovió la noche previa al muestreo, lo que favoreció el lavado superficial de suelos agrícolas y el arrastre natural de sedimentos hacia el río Tejo. Este evento hidrológico también incrementó el caudal, lo que permitió una mezcla más eficiente y la dispersión parcial de la carga particulada proveniente del casco urbano. Sin embargo, la disminución no es pronunciada debido a que, en el tramo entre el ID2 y el ID3, el río recibe el aporte del río de Oro,

que además de descargar aguas residuales sin tratamiento, transporta sedimentos y materiales en suspensión generados por la intervención de su propia cuenca. En conjunto, los datos reflejan que el ID2 concentra el mayor impacto antrópico asociado directamente al área urbana, mientras que el ID3 combina los efectos de la dilución por lluvia con la entrada de nuevos aportes contaminados, lo que mantiene niveles moderados de turbidez y SST.

2.6.5. Cruce de Variables (Conductividad Eléctrica Vs Sólidos Suspendidos Totales- SST) 2025.

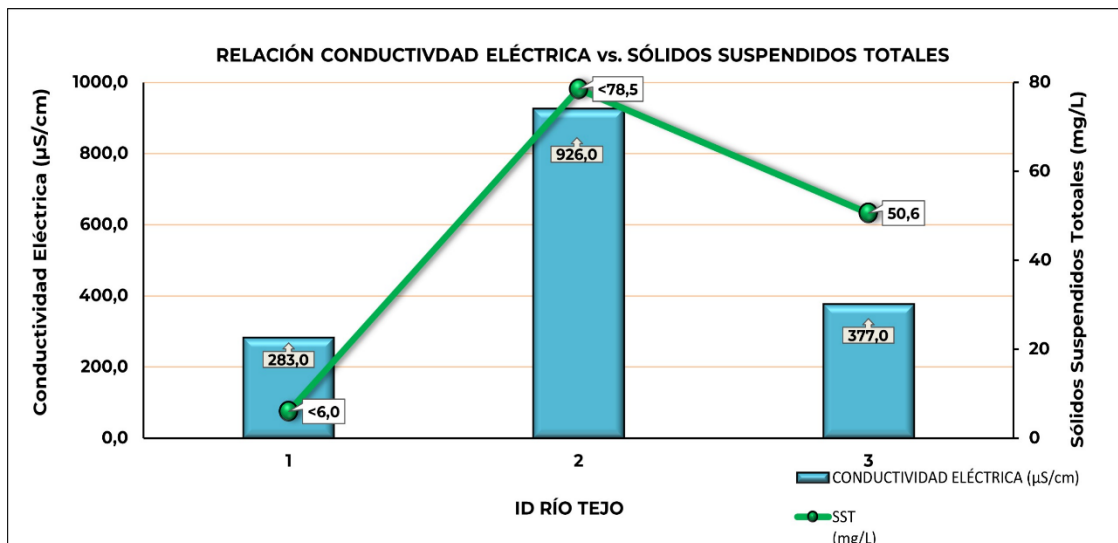
La comparación entre la Conductividad Eléctrica y los Sólidos Suspendidos Totales evidencia un comportamiento claramente diferenciado entre los tres puntos de muestreo, reflejando la influencia directa de los aportes antrópicos a lo largo del recorrido. En el ID1, la Conductividad es baja ($283 \mu\text{S}/\text{cm}$) y los SST son prácticamente nulos ($<6 \text{ mg}/\text{L}$), lo que corresponde a un tramo con escasa intervención y un nivel mínimo de partículas y sales disueltas. Esta condición cambia de forma abrupta en el ID2, donde la conductividad se incrementa a $926 \mu\text{S}/\text{cm}$ y los SST alcanzan $78,5 \text{ mg}/\text{L}$, valores que coinciden con la presencia de descargas urbanas y aportes residuales que el río Tejo recibe antes de este punto. El aumento simultáneo de sales disueltas y material particulado confirma la llegada de cargas externas provenientes del entorno urbano de Ocaña, lo cual convierte este sector en el más crítico del corredor hídrico.

Tabla 14 ID Río Tejo, datos de CE y SST.

ID	NOMBRE	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	SST (mg/L)
1	Bocatoma Acueducto La Tupia	283,0	<6,00
2	200 m después del último vertimiento	926,0	78,5
3	200 m antes de la confluencia Río Algodonal	377,0	50,6

Fuente: IR-25-06 (51 al 53) del 14 de octubre de 2025- Corponor.

Figura 14 Relación Conductividad y Sólidos Suspendedos Totales-SST.



Hacia el ID3, ambos parámetros disminuyen respecto al punto anterior, presentándose valores intermedios (377 μS/cm y 50,6 mg/L), lo que evidencia un proceso de dilución favorecido por el mayor caudal observado ese día, incrementado además por las lluvias previas al muestreo. Sin embargo, esa mejora no es completa: aunque el volumen de agua contribuye a atenuar parcialmente las concentraciones, la calidad no retorna a los niveles del ID1 debido a que, en este mismo tramo, el río Tejo recibe nuevos aportes contaminantes provenientes del río de Oro y de otros drenajes secundarios. En conjunto, la relación entre conductividad y sólidos

suspendidos confirma que, aun con mayor capacidad de mezcla, la presión antrópica continua limita la recuperación del sistema, manteniéndolo en un estado de vulnerabilidad ambiental.

2.6.6. Cruce de Variables (Coliformes Totales Vs E. coli) 2025.

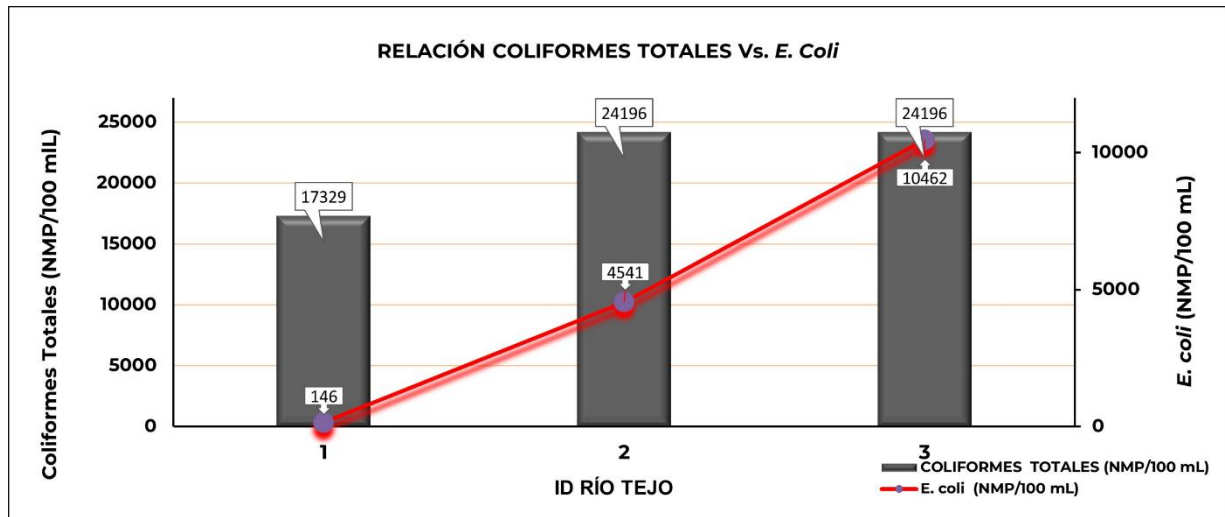
La comparación entre los Coliformes Totales y E. coli evidencia un incremento sostenido de la contaminación microbiológica a lo largo del río Tejo, reflejando de manera directa la influencia de las descargas residuales urbanas y rurales que ingresan al sistema. En el ID1, aunque los Coliformes Totales presentan un valor elevado (17.329 NMP/100 mL), la concentración de E. coli es relativamente baja (146 NMP/100 mL), lo que indica un impacto inicial asociado a aportes difusos, posiblemente vinculados a escorrentías y pequeños vertimientos cercanos. Sin embargo, esta situación cambia de manera marcada en el ID2, donde los Coliformes Totales ascienden a 24.196 NMP/100 mL y E. coli presenta un incremento abrupto hasta 4.541 NMP/100 mL. Este comportamiento confirma la entrada directa de aguas residuales sin tratamiento procedentes de la zona urbana de Ocaña, lo que convierte este tramo en el punto de mayor degradación microbiológica.

Tabla 15 ID Río Tejo, datos de Coliformes Totales y E. coli.

ID	NOMBRE	COLIFORMES TOTALES (NMP/100 mL)	E. coli (NMP/100 mL)
1	Bocatoma Acueducto La Tupia	17329	146
2	200 m después del último vertimiento	24196	4541
3	200 m antes de la confluencia Río Algodonal	24196	10462

Fuente: IR-25-06 (51 al 53) del 14 de octubre de 2025- Corponor.

Figura 15 Relación de Coliformes Totales y *E. coli*.



En el ID3, los Coliformes Totales se mantienen sin variación adicional (24.196 NMP/100 mL), pero *E. coli* continúa aumentando hasta alcanzar 10.462 NMP/100 mL. Esta tendencia demuestra que, a pesar de que el caudal aumenta significativamente por las lluvias del día previo y por la confluencia con el río de Oro, la dilución no es suficiente para reducir la carga bacteriana. Por el contrario, la llegada de nuevos aportes altamente contaminados del río de Oro intensifica la presión microbiológica, manteniendo el tramo en condiciones sanitarias críticas. La combinación de altos coliformes totales y el incremento progresivo de *E. coli* evidencia una contaminación fecal persistente y acumulativa, lo que confirma un riesgo elevado para la salud pública y un deterioro severo de la calidad del agua en esta sección del río Tejo.