

INFORME TÉCNICO DE LA CAMPAÑA SEMESTRAL 2/18 DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS (agosto - octubre)

La campaña se realizó en el marco del plan de monitoreo de la Comisión Trinacional del Pilcomayo, que sigue los lineamientos aprobados por los talleres de especialistas de los tres países (2006 – 2007) en referencia a los parámetros a monitorear, lugares y frecuencias.

En este informe se describe el monitoreo extensivo, realizado en época seca del año 2018, en 32 puntos distribuidos de la siguiente manera:

- Argentina: 8 puntos.
- Bolivia: 13 puntos.
- Paraguay: 7 puntos.
- Puntos limítrofes: 4 puntos

Cuando las condiciones de flujo lo permitieron se realizó la medición de caudal líquido. Las mismas fueron realizadas en la cuenca alta por personal del SENAMHI bajo Acuerdo Interinstitucional suscrito por dicha Institución con la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del río Pilcomayo.

ORGANIZACIÓN DE LA CAMPAÑA

La medición de parámetros in situ se realizó con el equipo multiparamétrico marca WTW, modelo Multi 3430, que consta de electrodos de pH/Eh, conductividad/salinidad y oxígeno disuelto/saturación, cada uno de ellos con un sensor de temperatura. La medición de la turbiedad fue realizada utilizando un turbidímetro portátil marca WTW, modelo Turbo 430 IR.

Las muestras tomadas para los parámetros físico – químicos e iones mayoritarios fueron enviadas a los laboratorios de la cuenca habituales (SPECTROLAB y CEANID de Bolivia, Laboratorio Ambiental de Salta en Argentina, y al Laboratorio de Aguas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Paraguay). Todas las submuestras tomadas para el análisis de metales pesados fueron enviadas al laboratorio de Medios Activos de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Ezeiza, Buenos Aires.

Los puntos que involucran la campaña se muestran en el Anexo y en la página web, www.pilcomayo.net.

TOMA DE DATOS IN SITU

A continuación los datos medidos durante la campaña:

SUBCUENCA DEL RÍO TARAPAYA

BNR. Naciente del río de La Ribera – Potosí, Bolivia:

- Lugar: Naciente del río La Ribera (afloraciones de la laguna San Sebastián) - Potosí
- Coordenadas: S 19°35.857' W 65°43.874'
- Fecha: 15/08/2018
- Hora: 13:25
- Parámetros medidos:
 - pH = 7.70 Temp = 11.4°C E= -36.3 mV
 - Conductividad = 199.2 µS/cm Temp = 11.3°C Salinidad = 0.0
 - Oxígeno Disuelto = 6.35 mg/L Temp = 11.2°C % saturación = 96.9%
 - Turbiedad = 4.87 NTU

Los resultados del aforo realizado por SENAMHI, son:

- Ancho = 0.2 m
- Velocidad media = 0.05 m/s
- Caudal = 0.4 l/s

Los valores obtenidos son similares a los obtenidos en otras ocasiones.



Foto 1. Naciente de la Ribera – formado por las filtraciones de la Laguna San Ildefonso.

BSA. Río Aljamayu – Potosí, Bolivia

- a. Lugar: San Antonio - Potosí
- b. Coordenadas: S 19°34.688' W 65°48.201'
- c. Fecha: 15/08/2018
- d. Hora: 8: 40
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.14 Temp = 4.9°C E= -5.5 mV
 - ii. Conductividad = 1243 $\mu\text{S/cm}$ Temp = 4.7°C Salinidad = 0.5
 - i. Oxígeno Disuelto = 7.92 mg/L Temp = 4.7°C % saturación = 93.7%
 - iii. Turbiedad = 424 NTU

Los resultados del aforo realizado por SENAMHI, son:

- a. Ancho = 4.7 m
- b. Velocidad media = 0.32 m/s
- c. Caudal = 0.18 m³/s

El pH neutro indicaría que la generación de aguas ácidas de mina ha disminuido y se ha neutralizado las descargas de efluentes básicos (de los diques de colas de la zona). La conductividad obtenida corresponde a la época seca.



Foto 2. Río Aljamayu (Potosí) –Aguas arriba



Foto 3. Río Aljamayu (Potosí)-Aguas abajo.

BTA. Río Tarapaya – Potosí, Bolivia

- a. Lugar: Tarapaya (Potosí)
- b. Coordenadas: S 19°28.311' W 65°47.660'
- c. Fecha: 15/08/2018
- d. Hora: 10:40
- e. Parámetros medidos:
 - pH = 7.96 Temp = 7.9°C E= -50.4 mV
 - Conductividad = 861 $\mu\text{S/cm}$ Temp = 7.7°C Salinidad = 0.3
 - Oxígeno Disuelto = 7.43 mg/L Temp = 7.7°C % saturación = 92.6%
 - Turbiedad = 98.9 NTU

Los datos del aforo realizado son:

- a. Ancho = 8.30 m
- b. Escala = 0.30 m
- c. Velocidad media = 0.40 m/s
- d. Caudal = 0.84 m³/s

El pH es ligeramente básico, con valores de conductividad característicos de transición a la época seca. Asimismo se observa que la conductividad obtenida es menor que en San Antonio (punto de monitoreo aguas arriba), porque a pesar de la cercanía entre estos puntos (aproximadamente 15 km), existen ríos y quebradas cuyo aporte hace que la conductividad disminuya.

La concentración de oxígeno disuelto es elevada por las pendientes de la región y su turbiedad moderada, característico de las épocas de seca.



Foto 4. Río Tarapaya (Potosí) – Aguas arriba



Foto 5. Río Tarapaya (Potosí) – Aguas abajo

SUBCUENCA DEL RÍO TACOBAMBA

BCO. Río Colavi – Colavi, Potosí, Bolivia:

- a. Lugar: Río Colavi – Colavi, Potosí (Aguas arriba de la población)
- b. Coordenadas: S 19°19.290' W 65°33.121'
- c. Fecha: 13/08/2018
- d. Hora: 13:20
- e. Parámetros medidos:
 - iv. pH = 5.828 Temp = 12.7°C E= 67.2 mV
 - v. Conductividad = 273 μ S/cm Temp = 12.5°C Salinidad = 0.0
 - ii. Oxígeno Disuelto = 6.95 mg/L Temp = 12.5°C % saturación = 101.3%
 - vi. Turbiedad = 67.6 NTU

Los resultados del aforo realizado por SENAMHI, son:

- a. Ancho = 1.2 m
- b. Velocidad media = 0.54 m/s
- c. Caudal = 0.04 m³/s

Como este río recibe las aguas ácidas de mina de la zona se ha obtenido un valor de pH ácido. Sin embargo, como en anteriores oportunidades, la baja conductividad indica que a pesar de las condiciones ácidas que se presentan, no existe disponibilidad de iones o metales que se puedan disolver en éste tramo.



Foto 6. Río Colavi – Aguas arriba del punto de muestreo.



Foto 7. Río Colavi – Aguas abajo del punto de muestreo



Foto 8. Río Colavi – Margen izquierda, punto de muestreo de sedimentos.

BTAC. Río Tacobamba – Potosí, Bolivia:

- a. Lugar: Río Tacobamba aguas arriba de confluencia con el río Pilcomayo – Colavi, Potosí
- b. Coordenadas: S 19°8.625' W 65°33.931'
- c. Fecha: 14/08/2018
- d. Hora: 11:55
- e. Parámetros medidos:
 - vii. pH = 8.61 Temp = 18.7°C E= -89.0 mV
 - viii. Conductividad = 709 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Temp = 18.5°C Salinidad = 0.3
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.76 mg/L Temp = 18.5°C % saturación = 101.2%
 - ix. Turbiedad = 33.6 NTU

Los resultados del aforo realizado por SENAMHI, son:

- a. Ancho = 2.0 m
- b. Velocidad media = 0.8 m/s
- c. Caudal = 0.18 m³/s

Los valores obtenidos son característicos de la época seca, con conductividad alta (suele llegar hasta aproximadamente 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH básico, turbiedad baja y la saturación de oxígeno alta.



Foto 9. Río Tacobamba – Aguas arriba del punto de muestreo.



Foto 10. Río Tacobamba – Aguas abajo del punto de muestreo, se observa la unión con el río Pilcomayo.



Foto 11. Río Tacobamba – Margen izquierda - punto de muestreo de sedimento.

SUB-CUENCA DEL RÍO TUMUSLA:

BCO. Río Cotagaita – Cotagaita, Bolivia

La muestra fue tomada donde se observaba una velocidad media de sus aguas. Los resultados obtenidos son:

- a. Lugar: Cotagaita – Potosí
- b. Coordenadas: S 20° 49.241' W 65°40.048'
- c. Fecha: 16/08/2018
- d. Hora: 10:45
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.201 Temp = 14.2°C E= -64.8 mV
 - ii. Conductividad = 1625 μ S/cm Temp = 14.0°C Salinidad = 0.8
 - iii. Oxígeno Disuelto = 7.91 mg/L Temp = 14.0°C % saturación = 104.8%
 - iv. Turbiedad = 81.6 NTU

Los resultados del aforo realizado por SENAMHI, son:

- a. Ancho = 8.4 m
- b. Velocidad media = 0.8 m/s
- c. Caudal = 1.95 m³/s

Los valores obtenidos de pH y conductividad corresponderían a la época seca con turbiedad baja y saturación de oxígeno alta por la pendiente de la zona.



Foto 12 y 13. Río Cotagaita (Cotagaita) – Aguas arriba y abajo.

BTU. Río Tumusla – Tumusla, Bolivia

La muestra fue tomada en el centro del río, obteniendo los siguientes datos:

- a. Lugar: Tumusla – Potosí
- b. Coordenadas: S 20° 29.187' W 65°37.194'
- c. Fecha: 16/08/2018
- d. Hora: 8:30
- e. Parámetros medidos:

- i. pH = 8.545 Temp = 9.7°C E= -82.6 mV
- ii. Conductividad = 655 $\mu\text{S/cm}$ Temp = 9.6°C Salinidad = 0.2
- iii. Oxígeno Disuelto = 8.47 mg/L Temp = 9.5°C % saturación = 100.4%
- iv. Turbiedad = 132 NTU

Los resultados del aforo líquido medidos por SENAMHI, son:

Vado 1:

- a. Ancho = 15.0 m
- b. Velocidad media = 0.56 m/s
- c. Caudal = 2.39 m³/s

Vado2:

- a. Ancho = 13.3 m
- b. Velocidad media = 0.61 m/s
- c. Caudal = 2.57 m³/s

Los valores de pH y turbiedad indican que se habría iniciado la época seca, lo que se confirma con el valor de conductividad que en época seca llega a medir menos de 50 NTU.



Foto 14. Río Tumusla (Tumusla) – Aguas arriba



Foto 15. Río Tumusla (Tumusla)- Aguas abajo.



Foto 16. Margen derecha del Río Tumusla (Tumusla) – orilla de muestreo de sedimentos.

BPG. Río Tumusla – Palca Grande, Bolivia

La muestra fue tomada desde el puente aguas arriba, en el centro del río:

- a. Lugar: Palca Grande – Tarija
- b. Coordenadas: S 20°44.536' W 65°14.472'
- c. Fecha: 27/08/2018
- d. Hora: 16:45
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.532 Temp = 17.5°C E= -89.7 mV
 - ii. Conductividad = 1156 μ S/cm Temp = 17.4 °C Salinidad = 0.5
 - iii. Oxígeno Disuelto = 7.40 mg/L Temp = 17.4°C % saturación = 102.6%
 - iv. Turbiedad = 49.0 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 23.8 m
- b. Escala = 1.21 m
- c. Velocidad media = 0.48 m/s
- d. Caudal = 5.6 m³/s

Los valores obtenidos presentan características de la época seca, con pH ligeramente básico, conductividad alta y baja turbiedad.



Foto 17. Río Tumusla (Palca Grande) – Aguas arriba



Foto 18. Río Tumusla (Palca Grande)- Aguas abajo.

SUBCUENCA SAN JUAN DEL ORO:

ALI. Río Orosmayo – Liviara, Argentina

En el lugar seleccionado, se tomó la muestra en el centro del río, los datos son:

- a. Lugar: Liviara – Jujuy
- b. Coordenadas: S 22°31.996' W 66°20.885'
- f. Fecha: 30/08/2018
- g. Hora: 11:00
- c. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.403 Temp = 5.5°C E= -79.0 mV
 - ii. Conductividad = 847 μ S/cm Temp = 5.3°C Salinidad = 0.3
 - iii. Oxígeno Disuelto = 8.48 mg/L Temp = 5.3°C % saturación = 106.3 %
 - iv. Turbiedad = 16.7 NTU

Al mismo tiempo personal del SENAMHI, realizó el aforo líquido, con los siguientes resultados.

- a. Ancho = 7.50 m
- b. Velocidad media = 0.45 m/s
- c. Caudal = 0.41 m³/s

Los valores obtenidos corresponderían a la transición de la época de lluvia a estiaje.



Foto 19. Río Orosmayo (Liviara) – Aguas arriba



Foto 20. Río Orosmayo (Liviara)- Aguas abajo.

ALQ. Río La Quiaca – La Quiaca, Argentina

La muestra fue tomada aguas abajo de su unión con la quebrada Toro Ara, obteniendo los siguientes datos:

- a. Lugar: La Quiaca– Jujuy
- b. Coordenadas: S 22°05.861' W 65°35.164'
- c. Fecha: 28/08/2018
- d. Hora: 14:50
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.622 Temp = 19.0°C E= -95.3 mV
 - ii. Conductividad = 969 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Temp = 18.9°C Salinidad = 0.4
 - iii. Oxígeno Disuelto = 3.40 mg/L Temp = 18.8°C % saturación = 55.7%
 - iv. Turbiedad = 110 NTU

Al mismo tiempo se realizaba el aforo líquido a vadeo. Los datos proporcionados por el aforador son:

- a. Ancho = 3.50 m
- b. Velocidad media = 0.50 m/s
- c. Caudal = 0.16 m³/s

Los valores de pH, conductividad y turbiedad, concuerdan con lecturas anteriores obtenidas en la transición de aguas altas a bajas. Como este río recibe las aguas residuales de la ciudad de Villazón, presenta características de aguas residuales domésticas indicadas por su bajo contenido de oxígeno disuelto y turbiedad media.



Foto 21. Río La Quiaca (La Quiaca/Villazón)- Aguas abajo



Foto 22. Río La Quiaca (La Quiaca/Villazón)- Aguas arriba del punto de muestreo

BTP. Río Tupiza – La Angostura (Tupiza), Bolivia

- a. Lugar: Tupiza zona La angostura – Potosí
- b. Coordenadas: S 21° 30.260' W 65°42.366'
- c. Fecha: 16/08/2018
- d. Hora: 14:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.817 Temp = 21.0°C E= -101.6 mV
 - ii. Conductividad = 1489 μ S/cm Temp = 20.8°C Salinidad = 0.7
 - iii. Oxígeno Disuelto = 10.27 mg/L Temp = 20.8°C % saturación = >100%
 - iv. Turbiedad = 24.9 NTU

Los datos proporcionados por el aforador son:

- a. Ancho = 11.0 m
- b. Velocidad media = 0.52 m/s
- c. Caudal = 0.88 m³/s

Los valores corresponden a la época seca con pH básico, conductividad alta y turbiedad baja, con saturación de oxígeno.

BCH. Río San Juan del Oro – Chuquiago, Bolivia

La muestra se tomó en el centro del río, con los siguientes datos in situ:

- a. Lugar: Chuquiago – Potosí
- b. Coordenadas: S 21° 33.624' W 65°38.862'
- c. Fecha: 16/08/2018
- d. Hora: 15:25
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.565 Temp = 18.3°C E= -86.3 mV
 - ii. Conductividad = 1161 μ S/cm Temp = 18.2 °C Salinidad = 0.5
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.83 mg/L Temp = 18.2°C % saturación = 102.2%
 - iv. Turbiedad = 37.8 NTU

Los datos proporcionados por el aforador son:

- a. Ancho = 14.9 m
- b. Escala = 0.77 m
- c. Velocidad media = 0.73 m/s
- d. Caudal = 3.7 m³/s

El pH, la conductividad, oxígeno disuelto y turbiedad muestran valores característicos de la transición de época, con pH básico, conductividad relativamente alta y baja turbiedad.



Foto 23 y 24. Río San Juan del Oro, aguas arriba y abajo el punto de muestreo.



Foto 25. Muestreo de sedimentos de margen derecha.

BEP. Río San Juan del Oro – El Puente (Tarija), Bolivia

- a. Lugar: El Puente – Tarija
 - b. Coordenadas: S 21°14.319' W 65°12.642'
 - c. Fecha: 27/08/2018
 - d. Hora: 14:45
 - e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.546 Temp = 19.0°C E= -90.6 mV
 - ii. Conductividad = 1382 μ S/cm Temp = 18.8 °C
 - iii. Oxígeno Disuelto = 8.20 mg/L Temp = 18.8°C
 - iv. Turbiedad = 5.63 NTU
- Salinidad = 0.6
% saturación = 116.8%

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 15.50 m
- b. Escala = 1.08 m
- c. Velocidad media = 0.52 m/s
- d. Caudal = 3.4 m³/s

Los valores obtenidos de pH, conductividad y turbiedad indicarían características del cambio de aguas altas a bajas.



Foto 26. Aguas arriba del punto de muestreo - río San Juan del Oro.



Foto 27. Aguas abajo del punto de muestreo - río San Juan del Oro.

SUBCUENCA CAMBLAYA – PILAYA:

BSJ. Río Pilaya – San Josecito (Tarija), Bolivia

- a. Lugar: San Josecito – Tarija
- b. Coordenadas: S 21°9.126' W 64°14.043'
- c. Fecha: 6/09/2018
- d. Hora: 8:05
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.587 Temp = 17.3°C E= -92.6 mV
 - ii. Conductividad = 1205 μ S/cm Temp = 17.3 °C Salinidad = 0.5
 - iii. Oxígeno Disuelto = 9.00 mg/L Temp = 17.3°C % saturación = 103.3%
 - iv. Turbiedad = 12.7 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 59.0 m
- b. Escala = 1.81 m
- c. Velocidad media = 0.38 m/s
- d. Caudal = 11 m³/s

Los datos corresponden a aguas bajas con pH básico, conductividad alta y baja turbiedad.



Foto 28. Aguas arriba del punto de muestreo - río Pilaya.



Foto 29. Aguas abajo del punto de muestreo - río Pilaya.

PILCOMAYO:

Río Pilcomayo – Aguas arriba de su unión con el río Tacobamba, (Límite Chuquisaca – Potosí) Bolivia

- a. Lugar: Río Pilcomayo aguas arriba de confluencia con río Tacobamba – Limite entre Potosí y Chuquisaca.
- b. Coordenadas: S 19°7.943' W 65°34.333'
- c. Fecha: 14/08/2018
- d. Hora: 10:20
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.465 Temp = 11.0°C E= -78.7 mV
 - ii. Conductividad = 969 μ S/cm Temp = 10.8°C Salinidad = 0.4
 - iii. Oxígeno Disuelto = 8.75 mg/L Temp = 10.8 °C % saturación = 103.9%
 - iv. Turbiedad = 63.2 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 17.0 m
- b. Velocidad media = 0.92 m/s
- c. Caudal = 5.3 m³/s

Los valores obtenidos son característicos de la transición entre aguas altas a bajas.



Foto 30. Río Pilcomayo – Aguas arriba del puente.



Foto 31. Río Pilcomayo – Agua abajo del puente, se observa a la derecha el río Tacobamba.

BPM. Río Pilcomayo – Puente Mendez, (Límite Chuquisaca – Potosí) Bolivia

- a. Lugar: Puente Mendez – Limite entre Potosí y Chuquisaca.
- b. Coordenadas: S 19°21.422' W 65°10.418'
- c. Fecha: 4/02/2018
- d. Hora: 9:10
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.339 Temp = 13.9°C E= -72.6 mV
 - ii. Conductividad = 1169 µS/cm Temp = 13.7°C Salinidad = 0.5

- iii. Oxígeno Disuelto = 7.97 mg/L Temp = 13.6°C % saturación = 100.4%
iv. Turbiedad = 87.5 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 23.0 m
- b. Velocidad media = 0.82 m/s
- c. Caudal = 8.9 m³/s

Los valores obtenidos son característicos de transición de aguas altas a bajas.



Foto 32. Río Pilcomayo – Puente Mendez (aguas arriba)



Foto 33. Río Pilcomayo – Puente Mendez (punto de muestreo).

BPA. Río Pilcomayo – Puente Aruma (Límite Chuquisaca – Tarija), Bolivia

- a. Lugar: Puente Aruma – Límite entre Tarija y Chuquisaca
- b. Coordenadas: S 20°54.828' W 64°6.627'
- c. Fecha: 5/09/2018
- d. Hora: 15:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.677 Temp = 21.3°C E= - 98.9 mV

- | | | | |
|------|--|----------------|-----------------------|
| ii. | Conductividad = 1338 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | Temp = 21.1 °C | Salinidad = 0.6 |
| iii. | Oxígeno Disuelto = 9.53 mg/L | Temp = 21.1°C | % saturación = 116.0% |
| iv. | Turbiedad = 13.6 NTU | | |

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- Ancho = 67.5 m
- Escala = 3.18 m
- Velocidad media = 0.29 m/s
- Caudal = 28 m³/s

Los valores de pH, turbiedad y conductividad corresponden a la época seca.



Foto 34. Río Pilcomayo – Aguas abajo del puente Aruma. .



Foto 35. Río Pilcomayo – Aguas arriba del puente Aruma.



Foto 36. Margen izquierda, zona de muestreo de sedimento.

BVI. Río Pilcomayo – Villa Montes (Bolivia)

- a. Lugar: Villa Montes – Tarija
- b. Coordenadas: S 21°15.486' W 63°30.698'
- c. Fecha: 5/09/2018
- d. Hora: 6:45
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.54 Temp = 17.9°C E = - 90.2 mV
 - ii. Conductividad = 1507 μ S/cm Temp = 17.8 °C Salinidad = 0.7
 - iii. Oxígeno Disuelto = 8.95 mg/L Temp = 17.8°C % saturación = 98.4%
 - iv. Turbiedad = 47.5 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Escala = 0.90 m
- b. Ancho = 73.5 m
- c. Velocidad media = 0.21 m/s
- d. Caudal = 31 m³/s

Los valores obtenidos son característicos de la época de seca, con turbiedad baja y conductividad alta.



Foto 37. Río Pilcomayo (Villa Montes) – Aguas arriba



Foto 38. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas abajo



Foto 39. Margen izquierda, zona de muestreo de sedimento.

AML. Río Pilcomayo – Misión La Paz/Pozo Hondo (Límite Argentina Paraguay)

- a. Lugar: Misión La Paz/Pozo Hondo – Límite Argentina/Bolivia
- b. Coordenadas: S 22°22.687' W 62°31.117'
- c. Fecha: 3/09/2018
- d. Hora: 10:50
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.366 Temp = 15.6°C E= - 79.8 mV
 - ii. Conductividad = 1502 µS/cm Temp = 15.5 °C Salinidad = 0.7
 - iii. Oxígeno Disuelto = 9.71 mg/L Temp = 15.6°C % saturación = 99.7%
 - iv. Turbiedad = 348 NTU

Los valores obtenidos son característicos de la época de seca.



Foto 40. Aguas arriba – Misión La Paz



Foto 41. Aguas abajo – Misión La Paz

AMC. Río Pilcomayo – María Cristina (aguas arriba del canal Las Torres) Límite
Argentina – Paraguay

- a. Lugar: María Cristina – (aguas arriba del canal Las Torres) Límite
Argentina/Paraguay
- b. Coordenadas: S 22°40.017' W 62°12.609'
- c. Fecha: 3/09/2018
- d. Hora: 14:20
- e. Parámetros medidos:
 - v. pH = 8.335 Temp = 19.2°C E = - 78.9 mV
 - vi. Conductividad = 1479 μ S/cm Temp = 19.1 °C Salinidad = 0.7
 - vii. Oxígeno Disuelto = 9.55 mg/L Temp = 19.1°C % saturación = 105.2%
 - viii. Turbiedad = 493 NTU

Los valores obtenidos son característicos de la época de seca, con pH básico, conductividad alta y turbiedad media que presenta generalmente este punto, que podría ser el resultado de la resuspensión de sedimentos finos.



Foto 42. Aguas arriba del punto de muestreo



Foto 43. Aguas abajo del punto de muestreo

CUENCA BAJA ARGENTINA

AEP. Descargas del Río Pilcomayo – El Potrillo, Formosa

- a. Lugar: El Potrillo – Formosa
- b. Coordenadas: S 23°8.241' W 61°57.822'
- f. Fecha: 4/09/2018
- g. Hora: 11:40
- c. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.375 Temp = 18.2°C E= -80.9 mV
 - ii. Conductividad = 1494 $\mu\text{S/cm}$ Temp = 18.1°C Salinidad = 0.7
 - iii. Oxígeno Disuelto = 9.30 mg/L Temp = 18.0°C % saturación = 100.1%
 - iv. Turbiedad = 560 NTU

Los valores corresponden al desarrollo de la época seca.



Foto 44. Aguas arriba – El Potrillo



Foto 45. Aguas abajo – El Potrillo

AR28. Bañado La Estrella – Ruta 28, Formosa

- a. Lugar: Ruta 28 (Bañado La Estrella) – Formosa (Aguas arriba del vertedero)
- b. Coordenadas: S 24°21.517' W 60°18.384'
- c. Fecha: 2/09/2018
- d. Hora: 13:15
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.765 Temp = 14.3°C E= - 45.5 mV
 - ii. Conductividad = 1356 μ S/cm Temp = 14.2°C Salinidad = 0.6
 - i. Oxígeno Disuelto = 5.66 mg/L Temp = 14.1°C % saturación = 55.7%
 - iii. Turbiedad = 0.35 NTU

El pH era neutro y la conductividad alta, con baja turbiedad y concentración de oxígeno disuelto bajo, valores que indican la transición a la época seca. Existía todavía un flujo sobre el vertedero.



Foto 46. Aguas arriba del vertedero – Bañado La Estrella



Foto 47. Aguas abajo del vertedero – Bañado La Estrella

ALS. Salida Laguna Salada - Formosa

Por la lluvia que se presentó el día anterior no se pudo acceder al vertedero en la salida de la Laguna Salada, por lo que se tomó la muestra aguas abajo de este punto sobre la ruta 24, aproximadamente 17 km aguas abajo del vertedero.

- a. Lugar: Salida Laguna Salada (Ruta 24) – Formosa
- b. Coordenadas: S 24°42.431' W 59°38.785'
- c. Fecha: 2/09/2018
- d. Hora: 10:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.088 Temp = 15.7°C E= -64.0 mV
 - ii. Conductividad = 4400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Temp = 15.7°C Salinidad = 2.3
 - ii. Oxígeno Disuelto = 8.72 mg/L Temp = 15.5°C % saturación = 87.8%
 - iii. Turbiedad = 57.7 NTU

Los valores son característicos de época seca, por su conductividad alta. La turbiedad es baja debido a la baja pendiente que permite la sedimentación de los sólidos suspendidos, lo que también provoca una baja oxigenación del agua.



Foto 48. Aguas arriba – Puente sobre ruta 24



Foto 49. Aguas abajo – Puente sobre ruta 24

AR95. Riacho Montelindo – Ruta 95, Formosa

- a. Lugar: Ruta 95 - Formosa
- b. Coordenadas: S 25°08.920' W 59°40.765'
- c. Fecha: 2/09/2018
- d. Hora: 7:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.405 Temp = 11.2°C E= -80.5 mV
 - ii. Conductividad = 35400 μ S/cm Temp = 11.0°C Salinidad = 21.8
 - iii. Oxígeno Disuelto = 7.96 mg/L Temp = 11.0°C % saturación = 72.6%
 - iii. Turbiedad = 64.0 NTU

Los valores leídos corresponden a la época seca, con pH básico, conductividad alta y turbiedad baja. La concentración de oxígeno disuelto es menor por la baja pendiente.



Foto 50. Aguas arriba – Río Montelindo



Foto 51. Aguas abajo – río Montelindo

AR11. Riacho Montelindo – Ruta 11, Formosa

- a. Lugar: Riacho Montelindo, sobre ruta 11 – Formosa
- b. Coordenadas: S 25°47.271' W 58°1.276'
- c. Fecha: 16/10/2018
- d. Hora: 9:05
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.50 Temp = 22.7°C E= -35.1 mV
 - ii. Conductividad = 1879 μ S/cm Temp = 22.6°C Salinidad = 0.9
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.09 mg/L Temp = 22.6°C % saturación = 71.2%
 - iv. Turbiedad = 52.1 NTU

Los valores obtenidos de conductividad baja (para este punto), indicarían una dilución probablemente por lluvias, aunque la turbiedad está baja. El pH ligeramente básico y el oxígeno disuelto alto.



Foto 52. Riacho Montelindo, vista aguas arriba del puente carretero.



Foto 53. Riacho Montelindo, vista aguas abajo del puente carretero.

ACL. Riacho Porteño – Clorinda, Formosa

- a. Lugar: Clorinda – Formosa
- b. Coordenadas: S 25°15.924' W 57°43.731'
- c. Fecha: 16/10/2018
- d. Hora: 11:10
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.05 Temp = 23.5°C E= -9.0 mV
 - ii. Conductividad = 1008 μ S/cm Temp = 23.4°C Salinidad = 0.4
 - iii. Oxígeno Disuelto = 4.53 mg/L Temp = 23.4°C % saturación = 53.7%
 - iv. Turbiedad = 25.5 NTU

Los valores obtenidos corresponderían a la transición de la época de lluvias a seca, con pH neutro y conductividad media. La turbiedad es baja y el oxígeno disuelto es también bajo, se explica principalmente por las bajas pendientes (bajas velocidades, sedimentación, aguas más claras) en la cuenca baja.

CUENCA BAJA PARAGUAY

PGD. Fortín General Díaz (Boquerón) - Paraguay

No se encontró agua como evidencian las fotos tomadas.

- a. Lugar: General Díaz – Boquerón (Paraguay)
- b. Coordenadas: S 23°34.150' W 60°31.371'
- c. Fecha: 21/10/2018
- d. Hora: 10:35
- e. Observaciones: Curso de agua estancado.

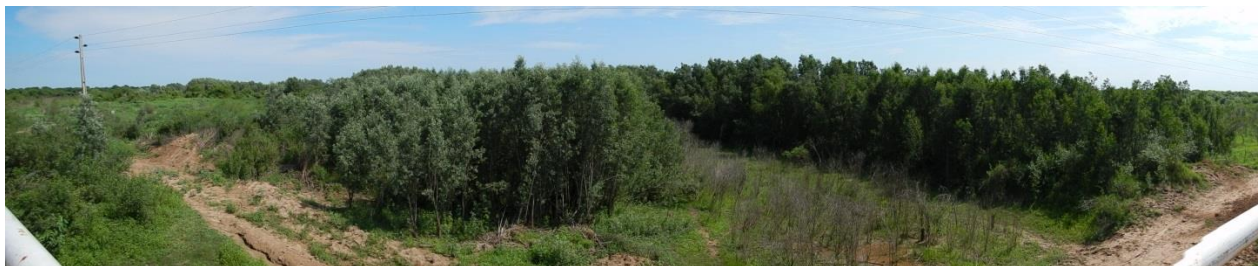


Foto 54. Agua arriba del puente camino a Gral. Díaz.



Foto 55. Agua abajo del puente camino a Gral. Díaz

PLG. Bañado Las Garzas - Paraguay

El curso de agua se encontraba seco

- a. Lugar: Estero Las Garzas – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 23°32.335' W 60°15.230'
- c. Fecha: 21/10/2018
- d. Hora: 11.16
- e. Observaciones: Curso de agua seco.



Foto 56. Aguas arriba del puente camino a Gral. Díaz.



Foto 57. Aguas abajo del puente camino a Gral. Díaz

PR9V Río Verde – Ruta 9, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Verde – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 23°12.901' W 59°12.156'
- c. Fecha: 17/10/2018
- d. Hora: 13:15
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.86 Temp = 34.1°C E = -119.6 mV
 - ii. Conductividad = 79500 μ S/cm Temp = 34.0°C Salinidad = 55.6
 - iii. Oxígeno Disuelto = Interferencia de la salinidad
 - iv. Turbiedad = 3.76 NTU

Los datos obtenidos corresponden a la época de aguas bajas. Existe mucha salinidad lo que interfiere en la lectura de oxígeno disuelto.



Foto 58. Río Verde, aguas arriba



Foto 59. Río Verde, aguas abajo.

PR9M. Río Montelindo – Ruta 9, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Montelindo – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 23°53.589' W 58°26.785'
- c. Fecha: 17/10/2018
- d. Hora: 12:20
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.03 Temp = 31.1°C E = -68.5 mV
 - ii. Conductividad = 31800 μ S/cm Temp = 30.9°C Salinidad = 20.0

- iii. Oxígeno Disuelto = 6.34 mg/L Temp = 31.0°C % saturación = 86.9
- iv. Turbiedad = 57.0 NTU

Los valores obtenidos están en los rangos obtenidos en época seca.



Foto 60. Río Montelindo, aguas arriba del puente carretero.



Foto 61. Río Montelindo, aguas abajo del puente carretero.

PR9N. Río Negro – Ruta 9, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Negro – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 24°11.377' W 58°18.010'
- c. Fecha: 17/10/2018
- d. Hora: 10:54
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 6.77 Temp = 24.4°C E= 8.3 mV
 - ii. Conductividad = 288 µS/cm Temp = 24.3°C Salinidad = 0.0
 - iii. Oxígeno Disuelto = 2.49 mg/L Temp = 24.1°C % saturación = 30.2
 - iv. Turbiedad = 17.6 NTU

Los valores obtenidos corresponderían a la época seca.



Foto 62. Río Negro, aguas arriba del puente.



Foto 63. Río Negro, aguas abajo del puente.

PCP. Río Confuso – Cadete Pando, Presidente Hayes

- a. Lugar: Cadete Pando – Paraguay
- b. Coordenadas: S 24°24.579' W 58°53.164'
- c. Fecha: 18/10/2018
- d. Hora: 13:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 6.56 Temp = 28.4°C E= 20.0 mV
 - ii. Conductividad = 126 μ S/cm Temp = 28.3°C Salinidad = 0.0
 - iii. Oxígeno Disuelto = 2.18 mg/L Temp = 28.3°C % saturación = 27.3
 - iv. Turbiedad = 4.71 NTU

Los resultados muestran un pH ácido y bajo contenido de oxígeno, consecuencia del bajo flujo y la vegetación existente en el lecho del río, que consume el oxígeno en su proceso de degradación.



Foto 64. Río Confuso – aguas arriba del puente de madera.



Foto 65. Río Confuso – aguas abajo del puente de madera.

PCB. Río Pilcomayo – General Bruguez, Presidente Hayes

- a. Lugar: Gral. Bruguez – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 24°44.898' W 58°49.983'
- c. Fecha: 18/10/2018
- d. Hora: 14:45
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.39 Temp = 31.9°C E= -29.7 mV
 - ii. Conductividad = 5650 μ S/cm Temp = 31.7°C Salinidad = 3.1
 - iii. Oxígeno Disuelto = 3.45 mg/L Temp = 31.7°C % saturación = 48.1
 - iv. Turbiedad = 52.9 NTU

Los valores obtenidos son característicos de la transición de la época de lluvia a seca.



Foto 66 y 67. Río Pilcomayo, aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

PVH. Río Confuso – Villa Hayes, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Confuso – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 25°6.441' W 57°32.801'
- c. Fecha: 17/10/2018
- d. Hora: 8:25
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 6.58 Temp = 24.5°C E= 18.8 mV

- ii. Conductividad = 107.8 $\mu\text{S/cm}$ Temp = 24.4°C Salinidad = 0.0
- iii. Oxígeno Disuelto = 3.41 mg/L Temp = 24.3°C % saturación = 41.1
- iv. Turbiedad = 25.6 NTU

Los valores son característicos más de aguas altas que bajas, con baja conductividad y por el alto contenido de materia orgánica, bajo oxígeno disuelto y pH.



Foto 68. Río Confuso, aguas arriba del punto de muestreo.



Foto 69. Río Confuso, aguas abajo del punto de muestreo.

APL. Río Pilcomayo – Puente Internacional Loyola, Límite Argentina/Paraguay

- a. Lugar: Puente internacional Loyola – Argentina/Paraguay
- b. Coordenadas: S 25°15.870' W 57°43.481'
- c. Fecha: 16/10/2018
- d. Hora: 12:05
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 6.74 Temp = 24.2°C E = 9.5 mV
 - ii. Conductividad = 137 $\mu\text{S/cm}$ Temp = 24.1°C Salinidad = 0.0
 - iii. Oxígeno Disuelto = 2.60 mg/L Temp = 24.1°C % saturación = 31.2
 - iv. Turbiedad = 58.1 NTU

Los valores obtenidos son característicos de aguas altas, la baja concentración de oxígeno disuelto y pH ácido se explica por la degradación de materia orgánica (plantas) en el río.



Foto 70. Río Pilcomayo - Puente Loyola (Punto de muestreo)



Foto 71. Río Pilcomayo - Puente Loyola (Aguas abajo)

SÍNTESIS

Los valores obtenidos en la cuenca muestran en algunos puntos condiciones todavía de aguas altas con conductividades y turbiedades medias, mientras que en otros puntos se dieron condiciones de aguas bajas con alta conductividad y turbiedad baja.

Se han obtenido pH ácidos en el río Colavi - receptor de aguas ácidas de mina –pasando a valores básicos en el punto de monitoreo siguiente (Tacobamba), lo que es una muestra de la autodepuración natural del río.

En general los valores de pH se mantienen ligeramente básicos y van disminuyendo hacia la cuenca baja, principalmente por los efectos de degradación de alta carga orgánica que acidifican el agua hasta pH ácidos en los puntos que se encuentran atravesando la ruta 9 (Paraguay).

Así también se dan condiciones de saturación en toda la cuenca hasta El Potrillo, con excepción del río La Quiaca (receptor de aguas residuales domésticas). Desde El Potrillo hacia aguas abajo la concentración de oxígeno disuelto en los distintos cuerpos de agua ha ido disminuyendo por el aumento de materia orgánica, la baja pendiente y temperaturas altas. Niveles por debajo del 50% se dan en los ríos que atraviesan la ruta 9 (Paraguay), con excepción del río Montelindo.

Los valores de turbiedad en la cuenca alta fueron en general bajos, y han ido aumentando en el tramo entre Misión La Paz/Pozo Hondo y El Potrillo, que podría ser por una resuspensión de sedimentos.

En la cuenca baja la turbiedad, aunque no es alta, es debida principalmente a la degradación de la materia orgánica que proporciona al agua cierta coloración y principalmente sedimentos finos (formación de flóculos).

Con excepción de los ríos Colavi, Tacobamba, Tarapaya, Naciente de la Ribera, Tumusla (Tumusla), Liviara (Orosmayo), Pilcomayo (Puente Loyola), Confuso (Villa Hayes) y Negro (ruta 9), las aguas de la cuenca presentan conductividades mayores a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las conductividades medidas en los puntos antes mencionados, estuvieron entre 100 y 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Se ha medido conductividades muy altas en los ríos Verde y Montelindo (ruta 9), que podría atribuirse a la falta de precipitaciones.

Se debe esperar los resultados del laboratorio del contenido de iones mayoritarios y metales pesados para emitir una evaluación más completa sobre la calidad del agua en este monitoreo.



COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA
CUENCA DEL RIO PILCOMAYO

DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>





COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA
CUENCA DEL RIO PILCOMAYO

DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>
