



---

---

# Informe Técnico de la PRIMERA CAMPAÑA EXTENSIVA de Monitoreo de Calidad de Aguas

del 23/03/14  
al 2/05/14

Unidad de  
Monitoreo y Centro  
de Datos

Ing. Claudio Laboranti  
Ing. Lucy Elizabeth Romero Ortega

---

*Determinaciones de  
Campo*

---





## INFORME TÉCNICO DE LA PRIMERA CAMPAÑA EXTENSIVA 1/14 DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS

El plan de monitoreo de la Comisión Trinacional del Pilcomayo sigue los lineamientos aprobados por los talleres de especialistas de los tres países (2006 – 2007), en cuanto a los parámetros a monitorear, lugares y frecuencias. Dicho Plan indica dos tipos de monitoreo, uno intensivo (en 5 puntos de la Cuenca) y extensivo, dos veces por año, en 32 puntos distribuidos de la siguiente manera:

- Argentina: 10 puntos.
- Bolivia: 13 puntos.
- Paraguay: 9 puntos.

Cuando las condiciones de flujo lo permiten se realiza la medición de caudal líquido y la toma de muestras para determinación de material sólido en suspensión. Las mismas son realizadas en la alta cuenca por personal del SENAMHI bajo Acuerdo Interinstitucional suscrito por el SENAMHI con la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del río Pilcomayo.

### ORGANIZACIÓN DE LA CAMPAÑA

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

Las muestras tomadas para los parámetros físico – químicos e iones mayoritarios, son enviadas a los laboratorios de la cuenca (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 son enviadas al laboratorio de Medios Activos de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Ezeiza, Buenos Aires.

Por la extensión de la cuenca y aspectos organizativos de la DE, la campaña se desarrolló en varios tramos.

En el tramo 1, acompañó el recorrido personal del SENAMHI de Bolivia para las mediciones hidrométricas (en Bolivia), para el análisis físico químico se utilizaron los servicios de los laboratorios de SPECTROLAB (Oruro – Bolivia) y CEANID (Tarija – Bolivia), del laboratorio Ambiental de la Provincia de Salta (Argentina), de manera que el tiempo que transcurra entre la toma de muestra y la llegada al laboratorio sea menor a 24 horas, el recorrido realizado fue:

- Partiendo de Jujuy a La Quiaca por la ruta 9: Liviara y La Quiaca.
- Entrando a Bolivia por Villazón, tomando la ruta 14 hasta Potosí: Chuquiago, Tupiza, Cotagaita, Tumusla.
- En Potosí: Naciente del río La Ribera, San Antonio, Tarapaya.
- Partiendo de Sucre por ruta 5: Puente Mendez.
- Partiendo de Potosí por ruta 1 a Tarija: Palca Grande, El Puente.
- Partiendo de Tarija por ruta 11: San Josecito, Puente Aruma, Villamontes.
- Partiendo de Salvador Mazza por ruta 54: Misión La Paz/Pozo Hondo.
- Partiendo de Los Blancos: El Potrillo, María Cristina (Embocadura).
- Partiendo de Ibarreta por la Ruta 95: Riacho Montelindo, salida Laguna Salada.
- Partiendo de Las Lomitas por la Ruta 28: Bañado La Estrella.

Los puntos de la cuenca alta de Argentina y Bolivia incluidos son: Liviara (río Orosmayo), La Quiaca (río La Quiaca), Chuquiago (río San Juan del Oro), Tupiza (río Tupiza), Tumusla (río Tumusla), Cotagaita (río

Cotagaita), Naciente del río de la Ribera, San Antonio (río Jayajmayu), Tarapaya (río Tarapaya), Puente Mendez (río Pilcomayo), Palca Grande (río Tumusla), El Puente (río San Juan del Oro), San Josecito (río Pilaya), Puente Aruma (río Pilcomayo), Villamontes (río Pilcomayo), Misión La Paz/Pozo Hondo. (Imagen 1. Ubicación de puntos de campaña Argentina - Bolivia.)



Imagen 1. Ubicación de puntos de campaña Argentina - Bolivia.

Los puntos de la cuenca Argentina incluidos son: María Cristina (embocadura), El Potrillo, Bañado La Estrella (ruta 28), Salida de la Laguna Salada, ruta 95 (río Montelindo). (Imagen 2. Ubicación de puntos de campaña Argentina.).



**Imagen 2. Ubicación de puntos de campaña Argentina.**

Se inició la campaña con los puntos monitoreados sobre la Ruta 11 en Argentina (río Montelindo, Clorinda, Puente Internacional Loyola), Ruta 9 en Paraguay (Villa Hayes, río Negro, río Montelindo, río Verde) y el Chaco Paraguayo (General Díaz, Bañado Las Garzas, General Bruguez, Cadete Pando) (Imagen 3. Ubicación de puntos de campaña Argentina - Paraguay.). De acuerdo al siguiente recorrido:

- Partiendo de Formosa a Asunción por la ruta 11 (Arg), se toman 3 muestras: Riacho Montelindo, riacho Porteño y río Pilcomayo.
- Partiendo de Asunción por la ruta 12 (Py) y retornando: Río Pilcomayo (Gral. Bruguez) y río Confuso (Cadete Pando).
- Partiendo de Asunción por la ruta 9 (Py) y retornando: Río Confuso (Villa Hayes), río Negro, río Montelindo y río Verde.
- Partiendo de Pozo Colorado por la ruta 9 (Py): Bañado Las Garzas y Gral. Díaz.

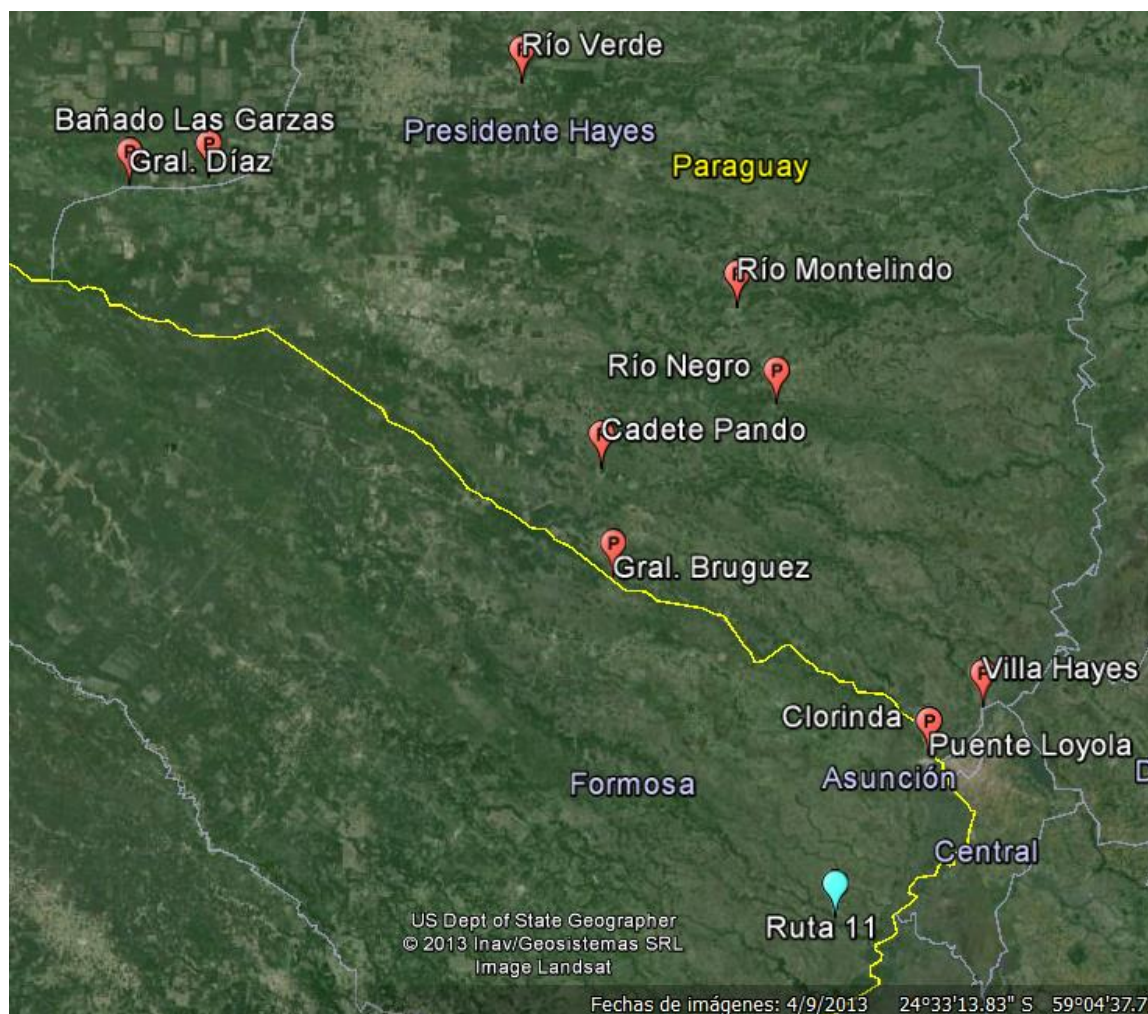


Imagen 3. Ubicación de puntos de campaña Argentina - Paraguay.

## TOMA DE DATOS IN SITU

A continuación los datos medidos durante la campaña:

### SUBCUENCA DEL RÍO TARAPAYA

Nacientes del río de La Ribera – Potosí, Bolivia:

- a. Lugar: Nacientes del río La Ribera, afloraciones de la laguna San Ildefonso - Potosí
- b. Coordenadas: S 19°35'51.4" W 65°43'53.1"
- c. Fecha: 27/03/2014
- d. Hora: 9:15
- e. Presión = 612.3 mb
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.972 Temp = 10.4°C E = -61.4 mV
  - ii. Conductividad = 211  $\mu$ S/cm Temp = 10.4°C Salinidad = 0.0
  - i. Oxígeno Disuelto = 6.72 mg/L Temp = 10.5°C % saturación = 100.6%
  - iii. Turbiedad = 2.67/2.66/2.38 NTU



Foto 1. Naciente de la Ribera – Afloraciones de las lagunas de San Ildefonso

Los resultados del aforo a vadeo realizado por SENAMHI, son:

- a. Velocidad media = 0.18 m/s
- b. Caudal = 2.8 l/s
- c. Ancho = 0.40 m

Los valores obtenidos no difieren de los valores obtenidos en otras oportunidades en la misma época.

Río Aljamayu – Potosí, Bolivia

- a. Lugar: San Antonio - Potosí
- b. Coordenadas: S 19°34'42.33" W 65°48'11.31"
- c. Fecha: 27/03/2014
- d. Hora: 10:50
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 5.617 Temp = 17.8°C E= 68.3 mV
  - ii. Conductividad = 1408  $\mu$ S/cm Temp = 17.7°C Salinidad = 0.7
  - i. Oxígeno Disuelto = 6.02 mg/L Temp = 17.7C % saturación = 97.8%
  - iii. Turbiedad = 593/573/566 NTU

Los resultados del aforo realizado por SENAMHI, son:

- a. Velocidad media = 0.67 m/s
- b. Ancho = 3.0 m
- c. Caudal = 0.43 m<sup>3</sup>/s



Foto 2. Río Aljamayu (Potosí) –Aguas arriba



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

El valor de pH ácido, se explica por las lluvias recientes que se dieron día antes del muestreo, que aumentaron la infiltración en la zona, por lo tanto aumentó el drenaje ácido de mina y roca afectando la calidad del río en este punto.

#### Río Tarapaya – Potosí, Bolivia

- a. Lugar: Tarapaya (Potosí)
- b. Coordenadas: S 19°28'18.9" W 65°47'37.8"
- c. Fecha: 27/03/2014
- d. Hora: 12:25
- e. Presión = 681.7 mb
- f. Parámetros medidos:
  - pH = 7.131 Temp = 16.8°C E= -16.3 mV
  - Conductividad = 716  $\mu$ S/cm Temp = 16.7°C Salinidad = 0.3
  - Oxígeno Disuelto = 6.31 mg/L Temp = 16.7°C % saturación = 97.6%
  - Turbiedad = 232/240/242 NTU

Los datos del aforo realizado son:

- a. Ancho = 11.0 m
- b. Escala = 0.40 m
- c. Velocidad media = 0.84 m/s
- d. Caudal = 2.4 m<sup>3</sup>/s



Foto 4. Río Tarapaya (Potosí) –Aguas arriba



Foto 5. Río Tarapaya (Potosí) – Aguas abajo

Los valores leídos corresponden a la época de lluvia. Aquí se observa una fuerte disminución de la concentración de iones disueltos (conductividad), comparada con el punto anterior (río Aljamayu), que sería debida al aporte de lluvias en los ríos que confluyen hasta este punto. La medición del caudal indica un aporte importante de más de 5 veces el caudal medido en San Antonio

## SUB-CUENCA DEL RÍO TUMUSLA:

Río Cotagaita – Cotagaita, Bolivia

La muestra fue tomada en el centro del río. Los resultados obtenidos son:

- a. Lugar: Cotagaita – Potosí
- b. Coordenadas: S 20° 49'14.2" W 65°40'2.4"
- c. Fecha: 26/03/2014
- d. Hora: 7:15
- e. Presión = 745.5 mb
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.830 Temp = 14.8°C E= -53.9 mV
  - ii. Conductividad = 1552  $\mu$ S/cm Temp = 14.8°C Salinidad = 0.7
  - iii. Oxígeno Disuelto = 7.40 mg/L Temp = 14.8°C % saturación = 99.7%
  - iv. Turbiedad = 415/421/435 NTU

Los resultados del aforo a vadeo realizado por SENAMHI, son:

- a. Velocidad media = 1.0 m/s
- b. Caudal = 3.0 m<sup>3</sup>/s
- c. Ancho = 11.5 m





Foto 6. Río Cotagaita (Cotagaita) – Aguas arriba



Foto 7. Río Cotagaita (Cotagaita)-en la sección del puente, aguas abajo del punto de muestreo.

Los valores obtenidos de pH y conductividad corresponden a la época de lluvia con turbiedad media, sin embargo, se hace notar que el río mantiene valores de conductividad entre 1500 a 1800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con excepción de crecidas (donde es menor que 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

### 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° 29'14.3" W 65°37'7.34"
- c. Fecha: 26/03/2014
- d. Hora: 11:00
- e. Presión = 749.0 mb
- f. Parámetros medidos:
  - ii. pH = 8.259 Temp = 18.1°C E= -78.8 mV
  - iii. Conductividad = 659  $\mu\text{S}/\text{cm}$  Temp = 17.9°C Salinidad = 0.2
  - iv. Oxígeno Disuelto = 7.11 mg/L Temp = 18.0°C % saturación = 102.6%
  - v. Turbiedad = 666/655/607 NTU

Los resultados del aforo a vadeo realizado por SENAMHI, son:

- a. Escala = 1.20 m
- b. Ancho = 34.2 m
- c. Velocidad media = 0.76 m/s
- d. Caudal = 8.5 m<sup>3</sup>/s



Foto 8. Río Tumusla (Tumusla) – Aguas arriba



Foto 9. Río Tumusla (Tumusla)- Aguas abajo.

El pH, conductividad y turbiedad corresponden a la época de lluvia.

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°44'31.6" W 65°14'27.9"
- c. Fecha: 31/03/2014
- d. Hora: 9:00
- e. Presión = 772.5 mbar
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.358 Temp = 15.6°C E= - 84.0 mV
  - ii. Conductividad = 1110 μS/cm Temp = 15.4 °C Salinidad = 0.5
  - iii. Oxígeno Disuelto = 7.09 mg/L Temp = 15.5°C % saturación = 93.6%
  - iv. Turbiedad = 492/474/488 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 42 m
- b. Escala = 1.57 m
- c. Velocidad media = 0.74 m/s
- d. Caudal = 13 m<sup>3</sup>/s

Los valores obtenidos son también típicos de la época de lluvia.

**SUBCUENCA SAN JUAN DEL ORO:**

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°32'33.5" W 66°20'46.5"
- f. Fecha: 24/03/2014
- g. Hora: 13:15
- c. Presión = 640.0 mb
- d. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.678 Temp = 18.2°C E= -46.1 mV
  - ii. Conductividad = 572  $\mu$ S/cm Temp = 18.2°C Salinidad = 0.2
  - iii. Oxígeno Disuelto = 6.14 mg/L Temp = 18.1°C % saturación = 104.1 %
  - iv. Turbiedad = 9.37/10.6/9.54 NTU

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

- a. Ancho = 12 m
- b. Velocidad media = 0.51 m/s
- c. Caudal = 0.62 m<sup>3</sup>/s



**Foto 10 y 11. Río Orosmayo (Liviara)- Aguas arriba y abajo del punto de muestreo**

Si bien la turbiedad y el caudal son bajos, el valor de la conductividad indica una concentración de iones disueltos propia de la época de lluvia (alrededor de 600 $\mu$ S/cm).

#### 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°05'51.0" W 65°35'14.6"
- c. Fecha: 25/03/2014
- d. Hora: 7:35
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.974 Temp = 9.8°C E= -61 mV
  - ii. Conductividad = 369  $\mu$ S/cm Temp = 9.8°C Salinidad = 0.1
  - iii. Oxígeno Disuelto = 6.97 mg/L Temp = 9.8°C % saturación = 92.2%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU

Al mismo tiempo se realizaba el aforo líquido a vadeo, este río recibe las aguas residuales de la ciudad de Villazón, por esta razón no se realizó el aforo sólido. Los datos proporcionados por el aforador son:

- a. Ancho = 8.5 m

- b. Velocidad media = 1.7 m/s
- c. Caudal = 1.9 m<sup>3</sup>/s



Foto 12. Río Toro Ara (La Quiaca)- Antes de su unión al río La Quiaca



Foto 13. Vista de la unión de los río Toro Ara y La Quiaca



Foto 14. Río Orosmayo (Liviara)- Aguas abajo del punto de muestreo

En esta oportunidad, como se observa en la foto panorámica, la quebrada Toroara estaba en crecida, por lo que los valores obtenidos, especialmente de Oxígeno Disuelto, no corresponden a un agua residual (como en otras oportunidades), sino más bien a un curso de agua superficial.

Así también, los valores de pH, conductividad y turbiedad, concuerdan con lecturas anteriores obtenidas en las mismas condiciones.

Río Tupiza – La Angostura (Tupiza), Bolivia

- a. Lugar: Tupiza zona La angostura – Potosí
- b. Coordenadas: S 21° 30'14.4" W 65°42'23.9"
- c. Fecha: 25/03/2014
- d. Hora: 14:10
- e. Presión = 717.8 mb
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.655 Temp = 24.7°C E= -103.3 mV
  - ii. Conductividad = 1417 µS/cm Temp = 24.7°C Salinidad = 0.7
  - iii. Oxígeno Disuelto =8.96 mg/L Temp = 24.7°C % saturación = 154.7%
  - iv. Turbiedad = 20.5/19.8/19.9 NTU

Los resultados del aforo líquido, proporcionados por SENAMHI, son:

- a. Escala = 0.73 m (leída en la escala)

- b. Ancho = 7.2 m
- c. Velocidad media = 0.84 m/s
- d. Caudal = 1.2 m<sup>3</sup>/s



Foto 15. Río Tupiza, aguas arriba.



Foto 16. Río Tupiza, en la zona de la escala hidrométrica, aguas abajo.

Los valores obtenidos son similares a anteriores muestreos realizados en la misma época, de acuerdo a los registros de la subcuenca del río Tupiza, el mes de marzo no se presentaron precipitaciones significativas, en Oploca (8 mm el 28/03/14), Tupiza (2.4 mm el 8/03/14).

#### 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° 33'41.3" W 65°38'52.3"
- c. Fecha: 25/03/2014
- d. Hora: 10:35
- e. Presión = 725.6 mb
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.359 Temp = 17.4°C E= -84.5 mV
  - ii. Conductividad = 1000 µS/cm Temp = 17.3°C Salinidad = 0.4

- iii. Oxígeno Disuelto = 7.44 mg/L Temp = 17.3°C % saturación = 109.2%
- iv. Turbiedad = 159/151/152 NTU

Los resultados del aforo líquido proporcionados por el SENAMHI son:

- a. Escala = 0.88 m
- b. Ancho = 22.5 m
- c. Velocidad media = 1.1 m/s
- d. Caudal = 9.1 m<sup>3</sup>/s



Foto 17. Río San Juan del Oro, aguas arriba del punto de muestreo.



Foto 18. Río San Juan del Oro, aguas abajo del punto de muestreo.

El pH, la conductividad y turbiedad muestran valores de transición de aguas altas a bajas.

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

- a. Lugar: El Puente – Tarija
- b. Coordenadas: S 21°14'21.98" W 65°12'32.14"
- c. Fecha: 31/03/2014
- d. Hora: 11:30
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.513 Temp = 18.6°C E= - 93.3 mV
  - ii. Conductividad = 1200 µS/cm Temp = 18.5 °C Salinidad = 0.5
  - iii. Oxígeno Disuelto = 7.54 mg/L Temp = 18.5°C % saturación = 106.9%
  - iv. Turbiedad = 181/180/168 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 26.5 m
- b. Escala = 1.0 m
- c. Velocidad media = 0.72 m/s

d. Caudal = 9.2 m<sup>3</sup>/s

Los valores obtenidos de pH, conductividad y turbiedad indicarían que no se dieron lluvias recientes en la zona, entrando a la época seca.

### SUBCUENCA CAMBLAYA – PILAYA:

Río Pilaya – San Josecito (Tarija), Bolivia

- a. Lugar: San Josecito – Tarija
- b. Coordenadas: S 21°9'12.2" W 64°13'54.7"
- c. Fecha: 3/04/2014
- d. Hora: 10:50
- e. Presión = 919.4 mbar
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.517 Temp = 26.2°C E= - 95.6 mV
  - ii. Conductividad = 783 μS/cm Temp = 26.0 °C Salinidad = 0.3
  - iii. Oxígeno Disuelto = 8.20 mg/L Temp = 26.1°C % saturación = 111.8%
  - iv. Turbiedad = 280/281/309 NTU

Los datos obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Escala = 3.28 m
- b. Ancho = 87 m
- c. Velocidad media 1 = 0.60 m/s
- d. Caudal = 39 m<sup>3</sup>/s



Foto 19. Aguas arriba del punto de muestreo - río Pilaya.



Foto 20. Aguas abajo del punto de muestreo - río Pilaya.

Los valores obtenidos indicarían el paso de la época de lluvias al periodo seco.

## SUBCUENCA PILCOMAYO:

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

- a. Lugar: Puente Mendez – Limite entre Potosí y Chuquisaca.
- b. Coordenadas: S 19°21'36.9" W 65°10'13.8"
- c. Fecha: 30/03/2014
- d. Hora: 12:10
- e. Presión: 775.3 mb
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.328 Temp = 19.8°C E= -83.2mV
  - ii. Conductividad = 804  $\mu$ S/cm Temp = 19.6°C Salinidad = 0.3
  - iii. Oxígeno Disuelto = 7.11 mg/L Temp = 19.7°C % saturación = 102.2%
  - iv. Turbiedad = 879/881/994 NTU



Foto 21. Río Pilcomayo – Puente Mendez (aguas arriba)



Foto 22. Río Pilcomayo – Puente Mendez (aguas abajo).

Los resultados del aforo realizado por SENAMHI son:

- a. Ancho = 38.5 m
- b. Velocidad media = 0.86 m/s
- c. Caudal = 15.6 m<sup>3</sup>/s

Los valores corresponden a la finalización de la época de lluvias, en la que disminuye la turbiedad y aumenta la conductividad.

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

- a. Lugar: Puente Aruma – Límite entre Tarija y Chuquisaca
- b. Coordenadas: S 20°54'50.1" W 64°6'37.7"
- c. Fecha: 2/04/2014
- d. Hora: 16:40



- e. Presión = 938.5 mbar
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.094 Temp = 24.3°C E= - 71.1mV
  - ii. Conductividad = 314  $\mu$ S/cm Temp = 24.2 °C Salinidad = 0.1
  - iii. Oxígeno Disuelto = 7.77 mg/L Temp = 24.2°C % saturación = 100.3%
  - iv. Turbiedad = 838/809/784 NTU

Los datos obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 55 m
- b. Escala = 4.50 m
- c. Velocidad media = 2.0 m/s
- d. Caudal = 510 m<sup>3</sup>/s



Foto 23. Río Pilcomayo – Aguas abajo del puente Aruma. .



Foto 24. Río Pilcomayo – Aguas arriba del puente Aruma. .

Los valores de pH y conductividad son característicos de aguas altas, sin embargo el valor de la turbiedad indica que existe un menor arrastre de sedimentos.

Río Pilcomayo – Villamontes (Bolivia)

- a. Lugar: Villamontes – Tarija
- b. Coordenadas: S 21°15'31.4" W 63°30'41.3"
- c. Fecha: 01/04/2014
- d. Hora: 16:30
- e. Presión = 966.3 mbar
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.107 Temp = 25.9°C E= - 72.5 mV
  - ii. Conductividad = 535  $\mu$ S/cm Temp = 25.8 °C Salinidad = 0.2
  - iii. Oxígeno Disuelto = 8.10 mg/L Temp = 25.9°C % saturación = 104.6%
  - iv. Turbiedad = > 1100 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Escala = 1.61 m
- b. Ancho = 94 m
- c. Velocidad media = 0.88 m/s
- d. Caudal = 240 m<sup>3</sup>/s



Foto 25. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas arriba

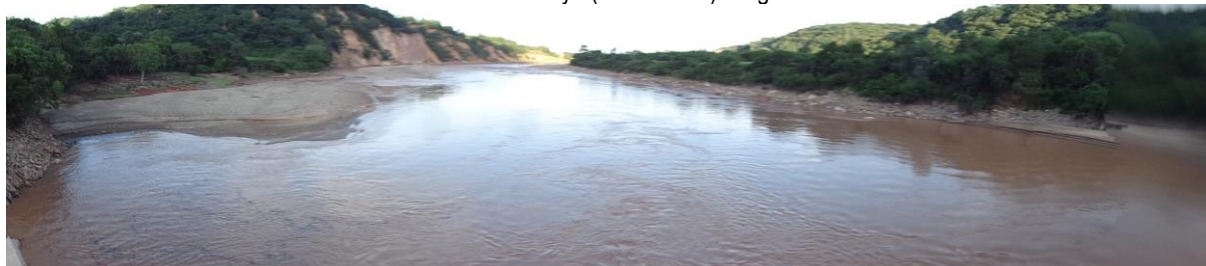


Foto 26. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas abajo

Los valores obtenidos corresponden a la época de lluvia, con turbiedad alta y baja conductividad.

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

- a. Lugar: Misión La Paz/Pozo Hondo – Límite Argentina/Paraguay
- b. Coordenadas: S 22°22'40.33" W 62°31'7.05"
- c. Fecha: 6/04/2014
- d. Hora: 13:30
- e. Presión = 973.9 mbar
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.899 Temp = 28.7°C E= - 61.4 mV
  - ii. Conductividad = 457  $\mu$ S/cm Temp = 28.7 °C Salinidad = 0.1
  - iii. Oxígeno Disuelto = 6.91 mg/L Temp = 28.7°C % saturación = 92.9%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU



Foto 27. Aguas arriba – Misión La Paz



Foto 28. Aguas abajo – Misión La Paz

De acuerdo a la página web ([www.pilcomayo.net](http://www.pilcomayo.net)), la escala estaba en 2.87m.

Río Pilcomayo – María Cristina (aguas arriba embocadura) Límite Argentina – Paraguay

- a. Lugar: María Cristina (La embocadura) – Formosa
- b. Coordenadas: S 22°39'54.9" W 62°12'41.0"
- c. Fecha: 7/04/2014
- d. Hora: 16:45
- e. Presión = 971.8 mbar
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.026 Temp = 29.4°C E= -68.5 mV
  - ii. Conductividad = 491  $\mu$ S/cm Temp = 29.3°C Salinidad = 0.2
  - iii. Oxígeno Disuelto = 7.17 mg/L Temp = 29.4°C % saturación = 98.0%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU



Foto 29. Aguas arriba – Embocadura



Foto 30. Aguas abajo punto de muestreo, al fondo la Embocadura

Los valores obtenidos son característicos de aguas altas.

## CUENCA BAJA ARGENTINA

### Descargas del Río Pilcomayo – El Potrillo, Formosa

- a. Lugar: El Potrillo – Formosa
- b. Coordenadas: S 23°8'19.4" W 61°57'47.7"
- g. Fecha: 7/04/2014
- h. Hora: 12:45
- c. Presión = 978.4 mbar
- d. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.877 Temp = 28.6°C E= -59.6 mV
  - ii. Conductividad = 466  $\mu$ S/cm Temp = 28.4°C Salinidad = 0.1

- iii. Oxígeno Disuelto = 6.69 mg/L Temp = 28.4°C % saturación = 89.2%
- iv. Turbiedad = >1100 NTU



Foto 31. Aguas arriba – El Potrillo



Foto 32. Aguas abajo – El Potrillo

Los valores corresponden a la época de lluvia.

Bañado La Estrella – Ruta 28, Formosa

- a. Lugar: Ruta 28 (Bañado La Estrella) – Formosa
- b. Coordenadas: S 24°21'31.2" W 60°18'22.9"
- c. Fecha: 9/04/2014
- d. Hora: 16:40
- e. Presión = 989.3 mb
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.291 Temp = 28.5°C E= -25.9 mV
  - ii. Conductividad = 593  $\mu$ S/cm Temp = 28.4°C Salinidad = 0.2
  - i. Oxígeno Disuelto = 1.38 mg/L Temp = 28.4°C % saturación = 18.2%
  - iii. Turbiedad = 5.15/4.04/4.63 NTU



Foto 33. Vertedero – Bañado La Estrella



Foto 34. Aguas arriba vertedero – Bañado La Estrella

Las características corresponden a aguas altas.

#### Salida Laguna Salada - Formosa

- a. Lugar: Laguna Salada (vertedero) – Formosa
- b. Coordenadas: S 24°41'47.0" W 59°49'2.7"
- c. Fecha: 9/04/2014
- d. Hora: 12:30
- e. Presión = 994.1 mb
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.307 Temp = 28.3°C E= -27.1 mV
  - ii. Conductividad = 603  $\mu$ S/cm Temp = 28.2°C Salinidad = 0.2
  - ii. Oxígeno Disuelto = 2.99 mg/L Temp = 28.1°C % saturación = 32.9%
  - iii. Turbiedad = 9.96/9.81/10.4 NTU



Foto 35. Aguas arriba – Vertedero



Foto 36. Aguas abajo – Vertedero

Las características son típicas de aguas altas.

Riacho Montelindo – Ruta 95, Formosa

- a. Lugar: Ruta 95 - Formosa
- b. Coordenadas: S 25°08'56.5" W 59°40'45.0"
- c. Fecha: 9/04/2014
- d. Hora: 9:30
- e. Presión = 996.6 mb
- f. Parámetros medidos:
  - iii. pH = 7.841 Temp = 25.8°C
  - iv. Conductividad = 316  $\mu$ S/cm Temp = 25.7°C Salinidad = 0.1
  - v. Oxígeno Disuelto = 7.33 mg/L Temp = 25.7°C % saturación = 91.3%

vi. Turbiedad = > 1100 NTU



Foto 37. Aguas arriba – Río Montelindo



Foto 38. Aguas abajo – río Montelindo

En esta oportunidad, se presentaron lluvias durante la noche y el principio de la mañana en la zona, por lo que los valores obtenidos, corresponden a esas condiciones particulares.

Se hace notar, que si bien desde el Bañado la Estrella existe un agotamiento del oxígeno disuelto, las condiciones atmosféricas modificaron éste parámetro en este punto aumentando el % de saturación.

Riacho Montelindo – Ruta 11, Formosa

- a. Lugar: Riacho Montelindo, sobre ruta 11 – Formosa
- b. Coordenadas: S 25°47'15.79" W 58°1'17.36"
- c. Fecha: 22/04/2014
- d. Hora: 9:00
- e. Presión = 1008 mbar
- f. Parámetros medidos:

- i. pH = 6.928 Temp = 23.2°C E= -12.0 mV
- ii. Conductividad = 659  $\mu$ S/cm Temp = 23.1°C Salinidad = 0.2
- iii. Oxígeno Disuelto = 3.75 mg/L Temp = 23.1°C % saturación = 44.1%
- iv. Turbiedad = 32.9/33.7/33.0 NTU



Foto 39 y 40. Riacho Montelindo aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

Los valores obtenidos corresponden a la época de lluvia.

#### Riacho Porteño – Clorinda, Formosa

- a. Lugar: Clorinda – Formosa
- b. Coordenadas: S 25°15'55.6" W 57°43'43.5"
- c. Fecha: 22/04/2014
- d. Hora: 10:40
- e. Presión = 1008 mbar
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 6.496 Temp = 24.2°C E= 13.1 mV
  - ii. Conductividad = 177.3  $\mu$ S/cm Temp = 24.1°C Salinidad = 0.0
  - iii. Oxígeno Disuelto = 3.45 mg/L Temp = 24.1°C % saturación = 41.4
  - iv. Turbiedad = 20.4/22.3/24.4 NTU



Foto 41 y 42. Riacho Porteño aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

Los valores obtenidos corresponden a la época de lluvia.

#### CUENCA BAJA PARAGUAY

##### Río Pilcomayo – Fortín General Díaz, Boqueron

- a. Lugar: Gral. Díaz – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 23°34'9.47" W 60°31'24.81"



- c. Fecha: 29/04/2014
- d. Hora: 11:10
- e. Presión: 990.8 mb
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.326 Temp = 23.4°C E= -33.3 mV
  - ii. Conductividad = 646  $\mu$ S /cm Temp = 23.3°C Salinidad = 0.2
  - iii. Oxígeno Disuelto = 3.03 mg/L Temp = 23.3°C % saturación = 36.5
  - iv. Turbiedad = 28.5/26.1/25.4/27.4 NTU



Foto 43 y 44. Gral. Díaz, aguas arriba (izq) y abajo (der) del puente.



Foto 45. Gral. Díaz, aguas abajo del puente.

Los valores corresponden a características de aguas altas.

#### Bañado Las Garzas - Paraguay

- a. Lugar: Estero Las Garzas – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 23°32'19.8" W 60°15'13.4"
- c. Fecha: 29/04/2014
- d. Hora: 14:05
- e. Presión: 989.3 mb
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.571 Temp = 25.0°C E= -48.7 mV
  - ii. Conductividad = 613  $\mu$ S /cm Temp = 24.9°C Salinidad = 0.2
  - iii. Oxígeno Disuelto = 4.35 mg/L Temp = 25.0°C % saturación = 54.5

iv. Turbiedad = 2.10/1.30/1.76/1.39 NTU



Foto 46. Vista del estero Las Garzas, aguas arriba del camino.

Se observan valores similares a los de General Díaz, con excepción de la turbiedad, que en éste punto es mucho menor, esto podría deberse a la diferencia de caudal entre estos dos puntos.

#### Río Verde – Ruta 9, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Verde – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 23°12'53.9" W 59°12'8.7"
- c. Fecha: 23/04/2014
- d. Hora: 14:30
- e. Presión = 1001 mbar
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.796 Temp = 31.8°C E = -125.9 mV
  - ii. Conductividad = 38.2 mS /cm Temp = 31.8°C Salinidad = 24.5
  - iii. Oxígeno Disuelto = 14.7 mg/L Temp = 32.0°C (lectura con corrección de salinidad)



Foto 47 y 48. Río Verde, aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

Si bien en los otros puntos se han obtenido valores con conductividades bajas, en este punto es bastante alta, lo que indicaría que en la subcuenca del río no se han dado precipitaciones importantes.

#### Río Montelindo – Ruta 9, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Montelindo – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 23°53'35.8" W 58°26'47.0"
- c. Fecha: 23/04/2014
- d. Hora: 11:30



- e. Presión = 1004 mbar
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.257 Temp = 24.7°C E = -31.8 mV
  - ii. Conductividad = 522  $\mu$ S/cm Temp = 24.6°C Salinidad = 0.2
  - iii. Oxígeno Disuelto = 3.41 mg/L Temp = 24.6°C % saturación = 41.3
  - iv. Turbiedad = 14.3/14.9/14.3 NTU



Foto 49 y 50. Río Montelindo, aguas arriba y abajo respectivamente.

Terminado los procedimientos de toma de muestra se tomaron los datos de velocidad superficial en el centro del río, por ser la única zona donde se observaba flujo, con los siguientes resultados:

Distancia = 9 m  
Tiempos = 19.76/21.29/20.44 s  
Velocidad superficial = 0.4 m/s  
Escala = 4.76 m

Si bien se observa un alto caudal en este punto por la altura de la escala leída, el valor de la conductividad es mayor a las presentadas en otras ocasiones en condiciones similares, los demás parámetros están dentro de las características de aguas altas.

Río Negro – Ruta 9, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Negro – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 24°11'23.4" W 58°17'59.5"
- c. Fecha: 23/04/2014
- d. Hora: 10:00
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 6.131 Temp = 25.3°C E = 34.7 mV
  - ii. Conductividad = 69.5  $\mu$ S/cm Temp = 25.2°C Salinidad = 0.0
  - iii. Oxígeno Disuelto = 1.51 mg/L Temp = 25.2°C % saturación = 18.5
  - iv. Turbiedad = 14.8/13.7/13.7 NTU



Foto 51 y 52. Río Negro, aguas arriba, aguas abajo.

Terminado los procedimientos de toma de muestra se tomaron los datos de velocidad superficial en tres verticales a lo ancho del río, con los siguientes resultados:

Distancia = 9 m

Tiempos= 18.43/17.23/17.66 s

Velocidad superficial = 0.5 m/s

Escala = >5 m

Los valores obtenidos son similares a obtenidos en anteriores oportunidades en la misma época.

#### Río Confuso – Cadete Pando, Presidente Hayes

- a. Lugar: Cadete Pando – Paraguay
- b. Coordenadas: S 24°24'34.7" W 58°53'9.8"
- c. Fecha: 24/04/2014
- d. Hora: 16:00
- e. Presión: 1004 mb
- g. Parámetros medidos:
  - i. pH = 6.044 Temp = 23.7°C E = 40.2 mV
  - ii. Conductividad = 96.4  $\mu$ S/cm Temp = 23.6°C Salinidad = 0.0
  - iii. Oxígeno Disuelto = 0.01 mg/L Temp = 23.6°C % saturación = 0.1
  - iv. Turbiedad = 14.6/15.9/14.8 NTU



Foto 53. Río Confuso, aguas arriba del puente.



Foto 54. Río Confuso, aguas abajo del puente.

Debe hacerse notar que el camino hacia el lugar estaba en muchas secciones inundado, como se puede ver en la siguiente foto, por precipitaciones recientes en la zona.



Foto 55. Camino entre Cadete Pando y peaje de desviación a Gral. Bruguez

Esta fue una de las pocas veces en las que se encontró agua en éste punto, sin embargo con flujo visiblemente lento, disminuido en gran medida por el crecimiento de plantas en el fondo de su lecho y en las orillas del mismo. La conductividad observada es la más baja obtenida a la fecha, con un pH ácido, baja turbiedad y oxígeno disuelto prácticamente nulo, estas características indicarían el consumo del

oxígeno del agua por la degradación de materia orgánica (principalmente plantas del fondo), y las condiciones hidrológicas dadas que no favorecen la oxigenación del agua.

#### Río Pilcomayo – General Bruguez, Formosa

- a. Lugar: Gral. Bruguez – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 24°44'54.02" W 58°49'59.28"
- c. Fecha: 1/05/2014
- d. Hora: 17:45
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.027 Temp = 23.0°C E= -16.1 mV
  - ii. Conductividad = 443  $\mu$ S/cm Temp = 22.8°C Salinidad = 0.1
  - iii. Oxígeno Disuelto = 6.39 mg/L Temp = 22.8°C % saturación = 75.1
  - iv. Turbiedad = 55.7/49.7/51.2 NTU

Los valores obtenidos de conductividad, pH y turbiedad, se diferencian de los datos de anteriores campañas porque es la primera vez que se observa un alto caudal, que se presume fue debido a las precipitaciones recientes en la zona, en la estación meteorológica de lugar se registró el 29 y 30 de abril: 14.3 y 49.5 mm, 31 sin dato, el acumulado del mes indica 267.8 mm superior al normal de 153.3 mm (*Fuente: www.pilcomayo.net*).

#### Río Confuso – Villa Hayes, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Confuso – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 25°6'26.0" W 57°32'48.1"
- c. Fecha: 2/05/2014
- d. Hora: 14:45
- e. Presión: 1006 mbar
- f. Parámetros medidos:
  - i. pH = 6.467 Temp = 22.4°C E= 18.8 mV
  - ii. Conductividad = 67.9  $\mu$ S/cm Temp = 22.2°C Salinidad = 0.0
  - iii. Oxígeno Disuelto = 4.23 mg/L Temp = 22.2°C % saturación = 48.8
  - iv. Turbiedad = 35.0/33.7/35.1 NTU



Foto 56. Río Confuso, aguas abajo.

Los valores son característicos de aguas altas.

Río Pilcomayo – Puente Internacional Loyola, Límite Argentina/Paraguay

- a. Lugar: Puente internacional Loyola – Argentina/Paraguay
- b. Coordenadas: S 25°15'51.29" W 57°43'27.85"
- c. Fecha: 22/04/2014
- d. Hora: 12:00
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 6.366 Temp = 23.1°C E= 21.1 mV
  - ii. Conductividad = 100.7  $\mu$ S/cm Temp = 23.0°C Salinidad = 0.0
  - iii. Oxígeno Disuelto = 4.67 mg/L Temp = 23.0°C % saturación = 54.7
  - iv. Turbiedad = 38.9/41.0/42.7 NTU



Foto 57. Río Pilcomayo - Puente Loyola

Los valores obtenidos son característicos de aguas altas

## SÍNTESIS

Los valores obtenidos en las subcuencas de la cuenca alta, corresponden en la mayoría de los puntos a la transición a la época seca. Entre Puente Aruma y Villamontes, se observan diferencias entre las conductividades y turbiedades, así como también en los caudales medidos. Al parecer estaba terminando de pasar una crecida en Puente Aruma. De los datos de Puente Aruma, es interesante indicar que si bien se observa un aumento del caudal, que conlleva a la dilución de los iones disueltos (conductividad menor), la turbiedad no se incrementa en gran medida. El día anterior en Villamontes, con un caudal menor, se midió una conductividad relativamente mayor y alta turbiedad.

Así también los valores del % de saturación obtenidos en la cuenca alta, indican una sobresaturación de las aguas, esto podría deberse a las pendientes altas y lechos de los ríos con presencia de grava, y las temperaturas entre 10 a 18° C de los ríos, mientras que en la cuenca baja, se presentan valores menores, por el aumento de materia orgánica, la baja pendiente y temperaturas altas.