

DIRECCION EJECUTIVA http://www.pilcomayo.net

# INFORME TECNICO DE CAMPAÑA INTENSIVA DE PUNTOS DE MONITOREO DE BOLIVIA INCLUIDO RÍO CANUTILLOS – TACOBAMBA (Diciembre 2020)

En la ejecución de la campaña se coordinó con laboratorios de Bolivia el envío y la recepción de las muestras. Asimismo, se contó con mediciones del caudal en el momento de la toma de muestras donde fue posible, en los puntos ubicados en Bolivia por personal de SENAMHI Tarija.

En esta campaña se efectuaron mediciones in situ utilizando el multiparamétrico WTW y también el equipo multiparamétrico de marca EUREKA.

#### 1. Colavi, río Colavi:

Se tomó una muestra aguas arriba del pueblo de Colavi Bajo, con las siguientes características in situ:

a. Lugar: Río Colavi - Colavi Bajo, Potosí

b. Fecha: 16/12/2020

c. Hora: 12:55

d. Coordenadas: S 19°19.301 W 65°33.121'

e. Parámetros medidos:

i. pH = 5.66 Temp = 18.2°C Eh = 74.6 mV

ii. Conductividad =  $303 \mu S/cm$  Temp =  $18.2^{\circ}C$  Salinidad = 0.1

iii. Oxígeno Disuelto = 6.03 mg/L Temp = 18.1 °C % saturación = 99.3 %

iv. Turbiedad = 39.4 NTU

Los resultados obtenidos por técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 1.20 m
- b. Velocidad media = 0.394 m/s
- c. Caudal = 24 l/s

El valor de pH indica condiciones ácidas generada por la presencia de aguas ácidas de mina que salen de los socavones. La conductividad y turbiedad son bajas, valores característicos de la época de seca.



Foto 1 y 2. Río Colavi aguas arriba y abajo del punto de muestreo

## 2. Tarapaya, río Tarapaya:

Los datos in situ obtenidos fueron los siguientes:



## DIRECCION EJECUTIVA http://www.pilcomayo.net

a. Lugar: Río Tarapaya, Potosí

b. Fecha: 16/12/2020

c. Hora: 8:45

d. Coordenadas: S 19°28.314' W 65°47.657'

e. Parámetros medidos:

i. pH = 7.78 Temp = 14.2°C Eh = -44.9 mV

ii. Conductividad = 1555  $\mu$ S/cm Temp = 14.1°C Salinidad = 0.7

iii. Oxígeno Disuelto = 6.06 mg/L Temp = 14.1°C % saturación = 88 %

iv. Turbiedad = 240/245/242 = 242 NTU

Los resultados obtenidos por técnicos del SENAMHI son:

a. Escala  $\stackrel{\cdot}{=}$  0.36 m

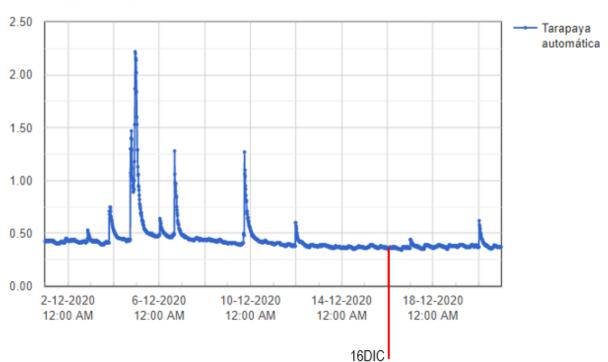
b. Ancho = 7.5 m

c. Velocidad media = 0.443 m/s

d. Caudal =  $0.368 \text{ m}^3/\text{s}$ 

El pH, la conductividad y la turbiedad muestran condiciones de época de aguas bajas.

## Alturas Hidrométricas





## DIRECCION EJECUTIVA http://www.pilcomayo.net



Foto 3. Río Tarapaya, en Potosí (aguas arriba).

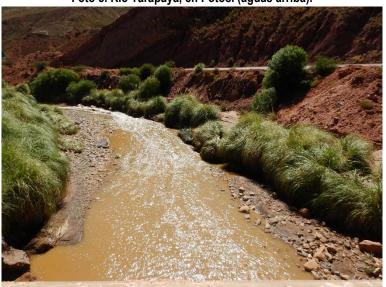


Foto 4. Río Tarapaya, en Potosí (aguas abajo).

## 3. Río Pilcomayo aguas arriba de la confluencia del río Tacobamba:

La muestra en el río Pilcomayo, aguas arriba de su unión con el Tacobamba, tuvo los siguientes valores in situ:

- a. Lugar: Río Pilcomayo –aguas arriba de la unión con el río Tacobamba, Potosí
- b. Fecha: 15/12/2020
- c. Hora: 13:45
- d. Coordenadas: S 19°7.945' W 65°34.358'
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.39 Temp = 23.9°C E= -81.7 mV
  - ii. Conductividad = 1109  $\mu$ S/cm Temp = 23.8°C Salinidad = 0.5
  - iii. Oxígeno Disuelto = 5.91 mg/L Temp = 23.7°C % saturación = 98.9%
  - iv. Turbiedad = 337/373/304/359 = 343 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 17 m
- b. Velocidad media = 0.86 m/s
- c. Caudal =  $3.70 \text{ m}^3/\text{s}$



## DIRECCION EJECUTIVA http://www.pilcomayo.net

Los valores leídos corresponden todavía a la época seca, con conductividad alta y pH básico. Por las pendientes del cauce el flujo es turbulento y se obtienen condiciones de saturación de oxígeno. La turbiedad ligeramente alta podría indicar que se dieron algunas lluvias que aumentaron los sólidos suspendidos. Se tomó muestra de sedimentos de la margen derecha a 0 y 0.5 m de la orilla.



Foto 5. Río Pilcomayo agua arriba de la unión con el río Tacobamba (hacia aguas arriba del puente carretero)



Foto 6. Río Pilcomayo aguas arriba de la unión con el río Tacobamba (hacia aguas abajo del puente carretero)



Foto 7. Margen derecha, muestreo 0 y 0.5 m

#### 4. Río Tacobamba aguas arriba de su unión al río Pilcomayo:

El río Tacobamba aguas arriba de su unión con el río Pilcomayo, mostró los siguientes resultados:

a. Lugar: Río Tacobamba –aguas arriba de la unión con el río Pilcomayo, Potosí

b. Fecha: 15/12/2020



#### **DIRECCION EJECUTIVA** http://www.pilcomayo.net

Hora: 14:45

Coordenadas: S 19°7.937' W 65°34.196'

Parámetros medidos:

pH = 8.36Temp = 26.5°C E= -79.60 mV i.

Conductividad = 794 µS/cm Temp = 26.4°C Salinidad = 0.3 ii.

Oxígeno Disuelto = 5.62 mg/L Temp = 26.3°C % saturación = 98.9% iii.

Turbiedad = 84.5/74.9/75.6 = 78.3 NTU

El río Tacobamba mostró un pH ligeramente alcalino y una conductividad menor que el río Pilcomayo en este punto. Como en otras oportunidades el pH ácido del río Colavi (aportante de este río), subió hasta condiciones alcalinas aumentando también la conductividad. La conductividad y turbiedad baja indican todavía características de la época seca.

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

a. Ancho  $\stackrel{\cdot}{=}$  1.80 m

b. Velocidad media = 0.86 m/s

Caudal =  $0.17 \text{ m}^3/\text{s}$ 



Foto 8. Aguas arriba - río Tacobamba.



Foto 9. Aguas abajo – río Tacobamba

#### 5. Palca Grande, río Tumusla:

Las mediciones in situ fueron:

a. Lugar: Palca Grande - Chuquisaca

b. Fecha: 17/12/2020

c. Hora: 8:47

d. Coordenadas: S 20°44.536' W 65°14.434'

e. Parámetros medidos:

pH = 8.50Temp = 20.5°C E= -86.2 mV

ii.

Conductividad = 1344 µS/cm Temp = 20.4°C Salinidad = 0.6 Oxígeno Disuelto = 7.09 mg/L Temp = 20.3°C % saturación = 103.9% iii.

Turbiedad = 244/240/262/261 = 252 NTU iv.

El pH ligeramente alcalino, típico del punto de monitoreo y la conductividad alta indica valores todavía de la época seca, con turbiedad relativamente baja. El oxígeno disuelto indica condiciones de saturación también característicos de la cuenca alta.

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 27.0 m
- b. Escala = 1.46 m
- c. Velocidad media = 0.41 m/s
- d. Caudal =  $3.77 \text{ m}^3/\text{s}$



## DIRECCION EJECUTIVA http://www.pilcomayo.net

## Alturas Hidrométricas

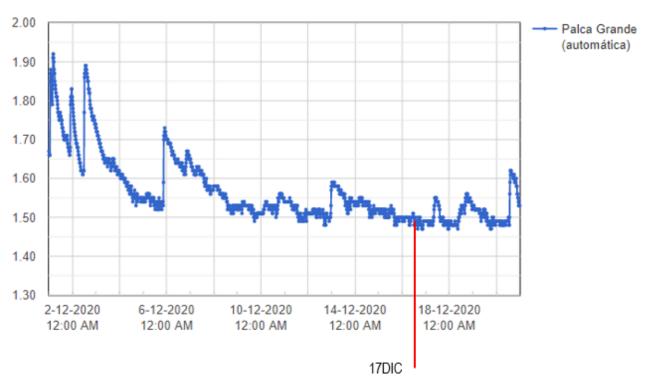






Foto 10. Aguas arriba del puente carretero - río Tumusla.

Foto 11. Aguas abajo del puente carretero- río Tumusla

### 6. El Puente, río San Juan del Oro:

Se tomó la muestra de agua y se realizaron las siguientes mediciones:

a. Lugar: El Puente – Tarija

b. Fecha: 17/12/2020c. Horas: 11:45

d. Coordenadas: S 21° 14.362' W 65°12.524'

e. Parámetros medidos:

i. pH = 8.31 Temp = 25.6°C E= -76.9 mV

ii. Conductividad =  $1697 \mu S/cm$  Temp =  $25.5^{\circ}C$  Salinidad = 0.8

iii. Oxígeno Disuelto = 6.89 mg/L Temp = 25.4°C % saturación = 111.8%

iv. Turbiedad = 298/280/309/333/279 = 300 NTU



#### **DIRECCION EJECUTIVA** http://www.pilcomayo.net

El pH ligeramente básico, con alta conductividad, característico de condiciones de aguas bajas. La turbiedad relativamente media que podría indicar que se presentaron precipitaciones en la subcuenca.

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 14.0 m
- b. Velocidad media = 0.14 m/s
- c. Caudal =  $0.531 \text{ m}^3/\text{s}$

### Alturas Hidrométricas

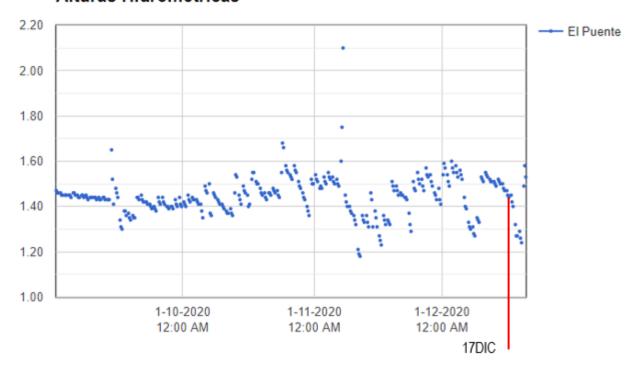




Foto 12. Río San Juan del Oro (El Puente)-Aguas arriba



Foto 13. Río San Juan del Oro – Aguas abajo

### 7. Villamontes, río Pilcomayo:

La muestra fue tomada desde el puente Ustarez, aguas arriba.

a. Lugar: Villa Montes - Tarija

b. Fecha: 20/12/2020

c. Horas: 6:40

d. Coordenadas: S 21°15.532' W 63°30.697'



## DIRECCION EJECUTIVA http://www.pilcomayo.net

e. Parámetros medidos:

i. pH = 7.99 Temp = 27.2°C E= -58.9 mV

ii. Conductividad =  $598 \mu S/cm$  Temp = 27.4 °C Salinidad = 0.2

iii. Oxígeno Disuelto = 7.45 mg/L Temp = 27.2°C % saturación = 98.2%

iv. Turbiedad = > 1100 NTU

Los datos obtenidos corresponden a la época de lluvia con conductividad baja y turbiedad alta, el pH ligeramente alcalino y condiciones de saturación del agua. Se tomó 2 muestra de sedimento a 0 y 0.5 m de la orilla de la margen derecha.

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Escala = 1.03 m
- b. Ancho = 79.1 m
- c. Velocidad media = 0.49 m/s
- d. Caudal =  $64.98 \text{ m}^3/\text{s}$

### Alturas Hidrométricas

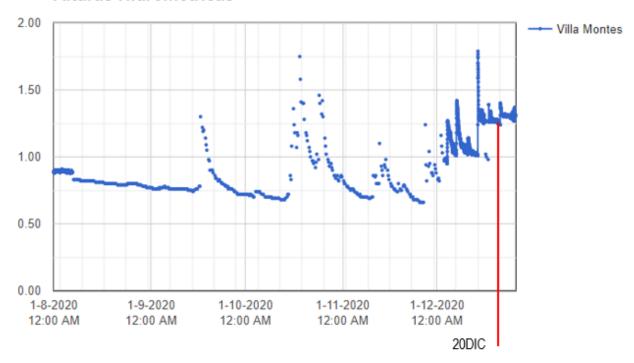




Foto 14. Río Pilcomayo (Villamontes)-Aguas arriba de puente Ustarez



## DIRECCION EJECUTIVA http://www.pilcomayo.net



Foto 15. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas abajo de puente Ustarez

### 8. Misión La Paz/Pozo Hondo, río Pilcomayo:

Por las restricciones de transitabilidad entre las fronteras por la pandemia de COVID-19 no se pudo pasar la frontera entre Bolivia y la Argentina y, consecuentemente no se pudo acceder y tomar muestras en ese punto.

#### Comparación de resultados de multiparamétrico WTW y EUREKA

Lugar	Pilcomayo/Tacobamba			Tacobamba			Colavi		
Parámetros	Promedio EUREKA	WTW	Error	Promedio EUREKA	WTW	Error	Promedio EUREKA	WTW	Error
Temp_deg_C	23.91	23.8	0.46	26.07	26.40	1.26	18.26	18.20	0.32
pH_units	8.33	8.39	0.72	8.29	8.36	0.84	5.62	5.66	0.63
pH_mV									
Conductividad_uS/cm	1109	1109	0.03	796	794.00	0.25	302.7	303.00	0.11
Turb_NTU	267.0	343	22.15	74.6	78.30	4.79	55.93	39.40	41.95
HDO_mg/l	5.92	5.91	0.17	5.61	5.62	0.18	6.03	6.03	0.07

Lugar	Palca Grande			El Puente			Villa Montes		
Parámetros	Promedio EUREKA	WTW	Error	Promedio EUREKA	WTW	Error	Promedio EUREKA	WTW	Error
Temp_deg_C	20.51	20.40	0.56	26.65	25.5	4.49	27.19	27.2	0.05
pH_units	8.41	8.50	1.08	8.21	8.31	1.17	7.94	7.99	0.66
pH_mV							-61.19	-58.9	
Conductividad									
_uS/cm	1341	1344.00	0.21	1697	1697	0.02	598	598	0.01
Turb_NTU	238.64	257.40	7.29	228.53	299.8	23.77	1581.71	>1100	
HDO_mg/l	7.06	7.09	0.36	6.75	6.89	2.03	7.47	7.45	0.23

Se debe resaltar que las mediciones tomadas con los dos equipos (WTW y EUREKA), son bastante aproximadas, con excepción de la turbiedad. Esto podría ser porque los reactivos de calibración utilizados fueron distintos en ambos equipos. Cada equipo puede tener su propia solución de calibración e incluso para la misma marca con electrodos distintos pueden presentar diferencias.

Como se observa en los resultados, las diferencias entre ambos equipos van del 4.79 al 41.95%.



## DIRECCION EJECUTIVA http://www.pilcomayo.net

El equipo EUREKA mostró una buena estabilidad y mayor facilidad de manejo en las lecturas, en éste se obtiene en formato cvs todos los parámetros medidos, en cambio en el WTW se guardan de acuerdo a lo que muestra en la pantalla (generalmente los parámetros medidos entran en dos pantallas).

#### SÍNTESIS

De acuerdo a los datos in situ, podemos indicar:

- 1. En la subcuenca Tacobamba: El pH de las aguas de la quebrada aguas arriba del pueblo de Colavi presenta características ácidas, la causa de ese valor puede provenir de la quebrada Canutillos con drenajes ácidos de mina y roca. Sin embargo el receptor de sus aguas, río Tacobamba, antes de unirse al Pilcomayo presentó pH básico.
  - La conductividad entre Colavi y Tacobamba se duplicó (de 303 a 794 µS/cm).Bajo condiciones ácidas existe una mayor disolución de los metales que están en contacto con el agua y por lo tanto un aumento en la conductividad. Sin embargo, pareciera que en Colavi hubiera existido poca disponibilidad de minerales para pasar al líquido.
- 2. Subuenca Tarapaya, Tumusla y San Juan del Oro: las subcuencas presentan condiciones de aguas bajas con pH básico y conductividad alta. La subcuenca San Juan del Oro pareciera no haber recibido suficientes precipitaciones pluviales para bajar su conductividad, pero sí para aumentar un poco su turbiedad.
- 3. A diferencia de los otros puntos Villa Montes ya presenta condiciones de aguas altas con pH menor de 8 y conductividad muy cerca de 500 µS/cm, así como turbiedad alta.
- 4. Al igual que en anteriores oportunidades, en todos los puntos monitoreados se presentaron condiciones de saturación de oxígeno, causadas por el régimen turbulento de los escurrimientos debido a las fuertes pendientes del río en dichos puntos que, aumentan la disolución del oxígeno en el agua.
- 5. Se debe esperar los resultados del laboratorio del contenido de iones mayoritarios y metales pesados para una evaluación más ajustada de la calidad del agua en este monitoreo.