



# COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO

DIRECCIÓN EJECUTIVA

## SEGUNDA CAMPAÑA INTENSIVA DE CALIDAD DE AGUAS DICIEMBRE 2022

INFORME TÉCNICO

MAYO 2023



## Contenido

Introducción .....	2
Puntos de Monitoreo .....	2
Metodología .....	3
Parámetros medidos in situ .....	3
Colavi, río Colavi (ID 063): .....	3
Tarapaya, río Tarapaya (ID 016): .....	5
Palca Grande, río Tumusla (ID 005): .....	7
El Puente, río San Juan del Oro (ID 009): .....	9
Pilcomayo/ Tacobamba - Río Pilcomayo antes de la confluencia del río Tacobamba (ID 296): ....	11
Tacobamba / Pilcomayo - Río Tacobamba antes de su unión al río Pilcomayo (ID 297): .....	13
Talula, río Pilcomayo (ID 078): .....	15
Viña Quemada, río Pilcomayo (ID 007): .....	17
Villa Montes, río Pilcomayo (ID 006): .....	19
Misión La Paz/Pozo Hondo, río Pilcomayo (ID 003): .....	21
Síntesis .....	23



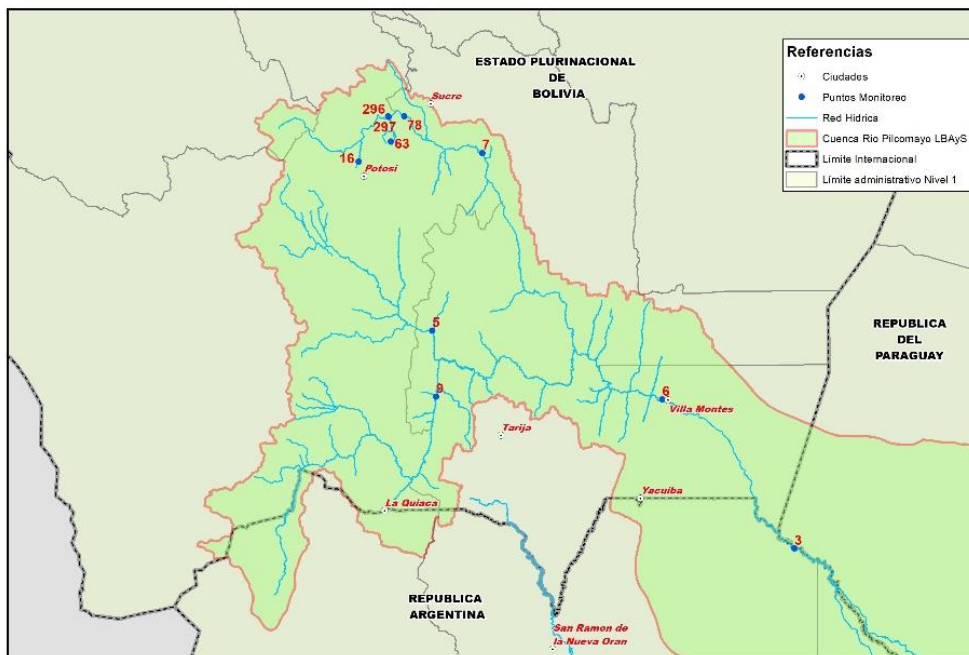
## Introducción

Desde el año 2008 la Dirección Ejecutiva de la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo viene realizando el monitoreo de calidad de aguas y sedimentos en diferentes puntos de la cuenca. Estos monitoreos son un insumo invaluable para la gestión sostenible de los recursos hídricos permitiendo evaluar entre otros aspectos la calidad del agua para el consumo humano, ayudar a identificar fuentes de contaminación, controlar el cumplimiento de regulaciones y estándares establecidos por autoridades ambientales competentes y permitir tomar medidas para la prevención y mitigación de eventuales contaminaciones.

Este documento tiene por objeto informar sobre los parámetros in situ registrados en la Segunda Campaña Intensiva de Monitoreo de Calidad de Aguas y Sedimentos del año 2022. El mismo se encuentra organizado por punto de monitoreo o estación, identificándose para sitio la fecha y hora de muestreo y los parámetros in-situ registrados.

## Puntos de Monitoreo

En la figura a continuación se presentan los puntos de monitoreo incluidos en la presente campaña intensiva de calidad de aguas y sedimentos.



### Punto Monitoreo Campaña Intensiva

En la tabla a continuación se describen los ID de las estaciones, río y nombre del punto de monitoreo.

ID	Descripción
003	Río Pilcomayo - Misión La Paz
005	Río Tumusla - Palca Grande
006	Río Pilcomayo - Villa Montes
007	Río Pilcomayo - Viña Quemada
009	Río San Juan del Oro - El Puente
016	Río Tarapaya - Tarapaya
063	Río Colavi - Canutillos
296	Río Pilcomayo - Agua arriba confluencia Pilcomayo-Tacobamba
297	Río Tacobamba - Agua arriba confluencia Pilcomayo-Tacobamba
078	Río Pilcomayo - Talula



## Metodología

El desarrollo de las campañas contempla la entrega de las muestras dentro de las 24 hs posteriores al muestreo, para garantizar la representatividad de las condiciones de acuerdo con las normas de conservación internacionales. En este marco previo al inicio de la campaña se coordinó con los laboratorios para que la recepción de las muestras se realice dentro del tiempo preestablecido.

En lo referente a las mediciones de caudales líquidos se realizaron en el momento de la toma de muestras en los puntos por personal del SENAMHI en Bolivia y coordinados con la Subsecretaría de Planificación y Gestión Operativa de Proyectos Hídricos para la estación misión la Paz / Pozo Hondo.

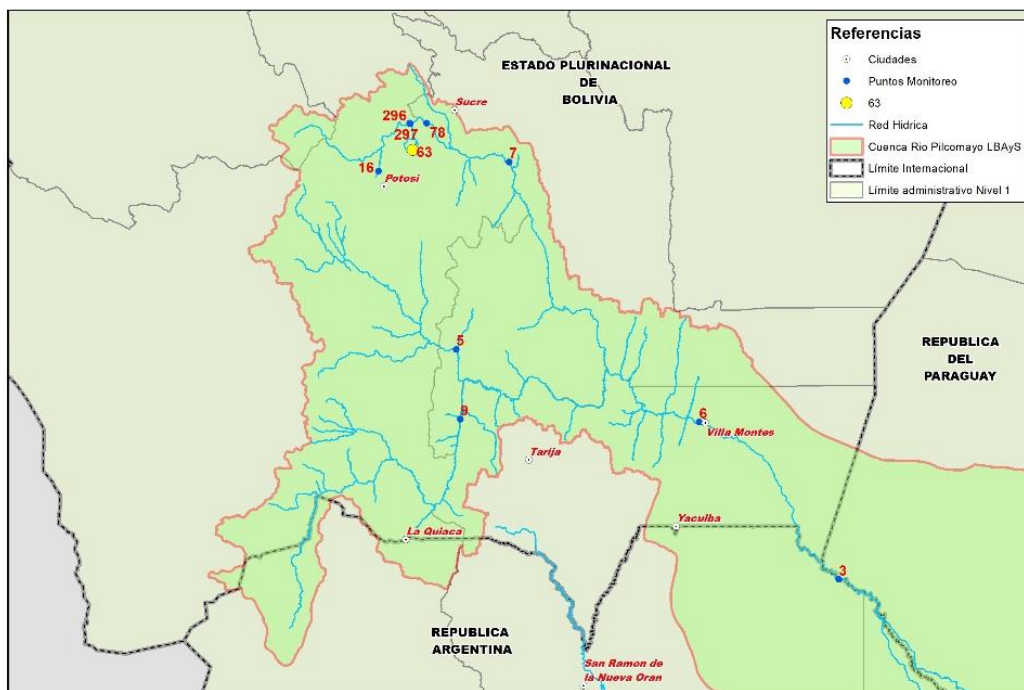
## Parámetros medidos in situ

A continuación, se presentan, por cada uno de los puntos de monitoreo, los parámetros medidos in situ:

- Potencial Hidrógeno (pH), que se mide en unidades de pH y en mV.
- Temperatura del agua (°C).
- Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
- Salinidad (unidades de salinidad)
- Oxígeno disuelto (mg/L)
- Saturación de oxígeno (%)

## Colavi, río Colavi (ID 063):

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto Monitoreo 063 – Río Colavi – Colavi bajo](#)



COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

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

Estación		Colavi
Curso de agua		Canutillos
ID Estación		063
Coordenadas		
Latitud (s)		19 19 16.872
Longitud (w)		65 33 6.936
Altura	msnm	3621
Presión	mm Hg	510.1
Fecha		7/12/2022
Hora		14:55
Velocidad media	m/s	0.076
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0.009
Escala	m	Sin escala
pH		3.24
pH	mV	202
Temperatura	°C	11.1
Conductividad	uS/cm	927
Salinidad	Sal	0.4
Temperatura	°C	10.4
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.2
Saturación	%	99.5
Temperatura	°C	10.4
Turbiedad	NTU	>1100

Como en otras oportunidades, el valor de pH indica condiciones ácidas posiblemente por la generación de aguas ácidas de mina que provienen de los socavones o de roca. La conductividad y turbiedad indican las condiciones de la época de lluvia en este afluente. Se tomó muestra de sedimentos de margen derecha.



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

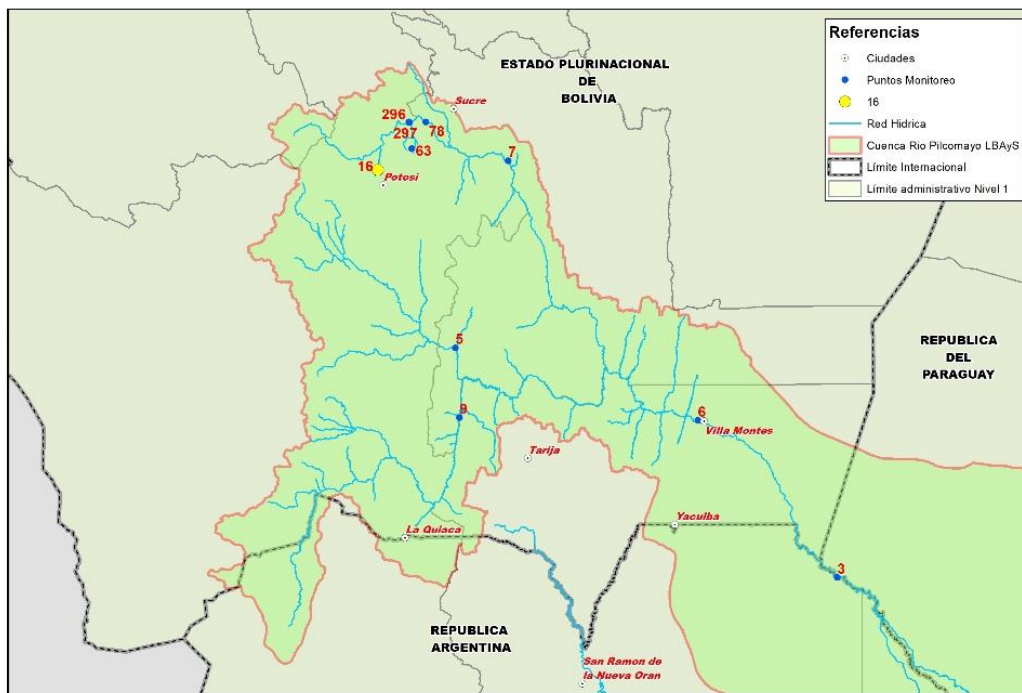




Foto 3. Muestra de sedimentos - Río Colavi

**Tarapaya, río Tarapaya (ID 016):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



Punto de Monitoreo 016 – Río Tarapaya en Potosí

Los datos in situ obtenidos fueron los siguientes:

Estación		Tarapaya
Curso de agua		Tarapaya
ID Estación		016
Coordenadas		
Latitud (s)		19 28 18.57
Longitud (w)		65 47 40.02



COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

Estación		Tarapaya
Curso de agua		Tarapaya
ID Estación		016
Altura	msnm	3334
Presión	mm Hg	506.8
Fecha		7/12/2022
Hora		09:01
Velocidad media	m/s	0.081
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0.15
Escala	m	0.30
pH		8.03
pH	mV	-64
Temperatura	°C	12
Conductividad	uS/cm	1063
Salinidad	Sal	0.5
Temperatura	°C	11.8
Oxígeno Disuelto	mg/l	5.98
Saturación	%	82.0
Temperatura	°C	11.8
Turbiedad	NTU	202

El pH medido indica condiciones ligeramente básicas con conductividad, oxígeno disuelto y turbiedad media. La conductividad indicaría un contenido de iones característico de la transición de la época seca a la época de lluvia. Se tomó muestra de sedimento de orilla de margen derecha, en este lugar se observó una capa superficial de alrededor 1 cm de un sedimento color gris (Foto 6), pudiera ser que las lluvias están arrastrando “lavando” los residuos del incidente del dique de FEDECOMIN sucedido en agosto de 2022.



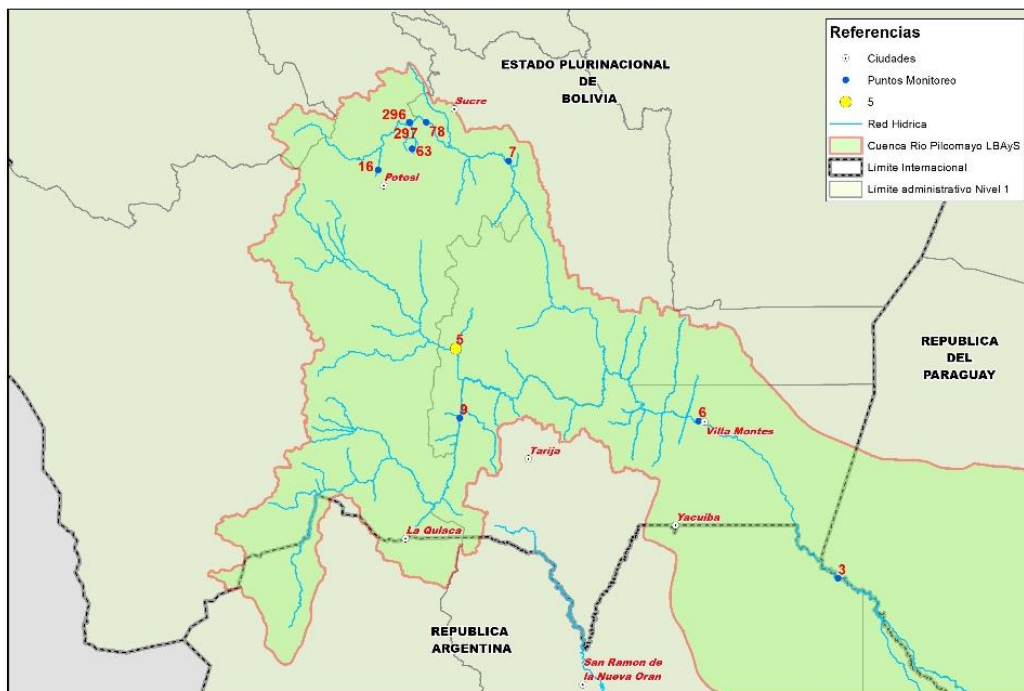
Fotos 4 y 5 . Río Tarapaya, en Potosí aguas arriba y agua abajo del puente.



Foto 6. Río Tarapaya, sedimentos de margen derecha en Tarapaya.

**Palca Grande, río Tumusla (ID 005):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 005 – Palca Grande - Chuquisaca](#)





COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

Las mediciones in situ fueron:

Estación		Palca Grande
Curso de agua		Tumusla
ID estación		005
Coordenadas		
Latitud (s)		20 44 31.830
Longitud (w)		65 14 26.808
Altura	msnm	2332
Presión	mm Hg	622.6
Fecha		5/12/2022
Hora		15:10
Velocidad media	m/s	0.097
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0.788
Escala	m	1.45
pH		8.52
pH	mV	-95.5
Temperatura	°C	24.4
Conductividad	uS/cm	1330
Salinidad	Sal	0.6
Temperatura	°C	23.5
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.74
Saturación	%	105.5
Temperatura	°C	23.5
Turbiedad	NTU	59.1

El pH alcalino, típico del punto de monitoreo y la conductividad todavía alta indica valores de la época seca, con turbiedad baja. El oxígeno disuelto muestra condiciones de saturación también característicos de la cuenca alta. Se tomó muestra de sedimento en la orilla de la margen izquierda.



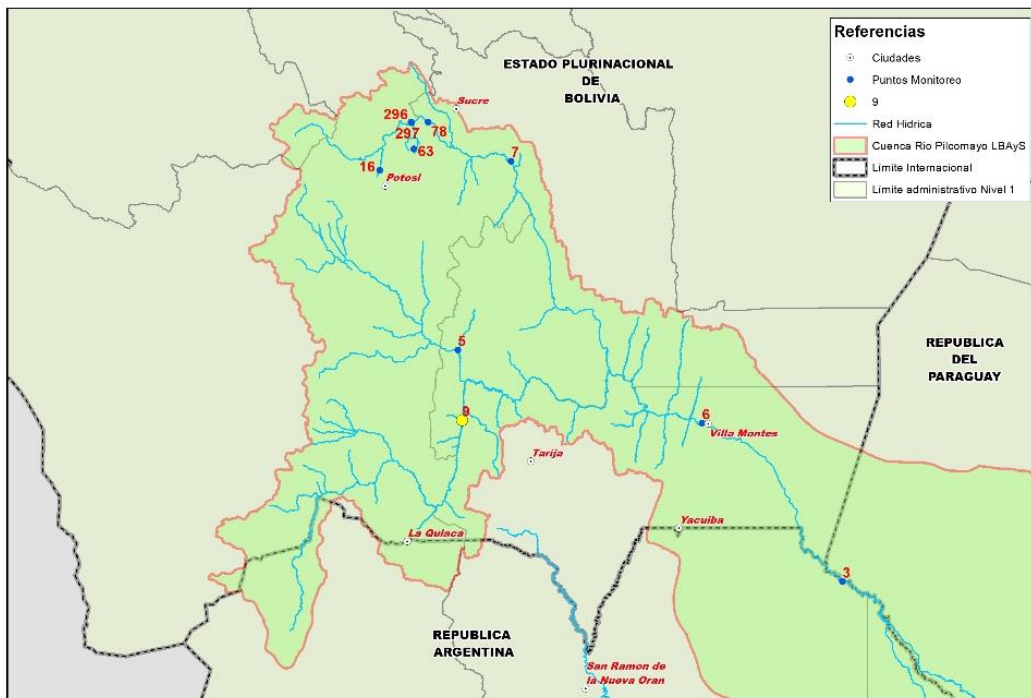
Foto 7. Río Tumusla (Palca Grande) – Aguas arriba



Foto 8. Río Tumusla (Palca Grande) – Aguas abajo

**El Puente, río San Juan del Oro (ID 009):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 009 – El Puente - Tarija](#)

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

Estación		El Puente
Curso de agua		San Juan del Oro
ID estación		009
Coordenadas		
Latitud (s)		21 14 18.42
Longitud (w)		65 12 38.95
Altura	msnm	2327
Presión	mm Hg	635.4
Fecha		5/12/2022
Hora		12:00
Velocidad media	m/s	0.309



COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

Estación		El Puente
Curso de agua		San Juan del Oro
ID estación		009
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2.49
Escala	m	0.75
pH		8.37
pH	mV	-86.0
Temperatura	°C	22.5
Conductividad	uS/cm	1640
Salinidad	Sal	0.8
Temperatura	°C	22.2
Oxígeno Disuelto	mg/l	8.5
Saturación	%	1298
Presión barométrica		203
Temperatura	°C	22.2
Turbiedad	NTU	2.89

El pH básico, característico de esta subcuenca, con conductividad alta y turbiedad baja, indica condiciones de la época seca. Se tomaron muestras de sedimentos de la orilla margen derecha.



Foto 9 . Río San Juan del Oro (El Puente) - Aguas arriba



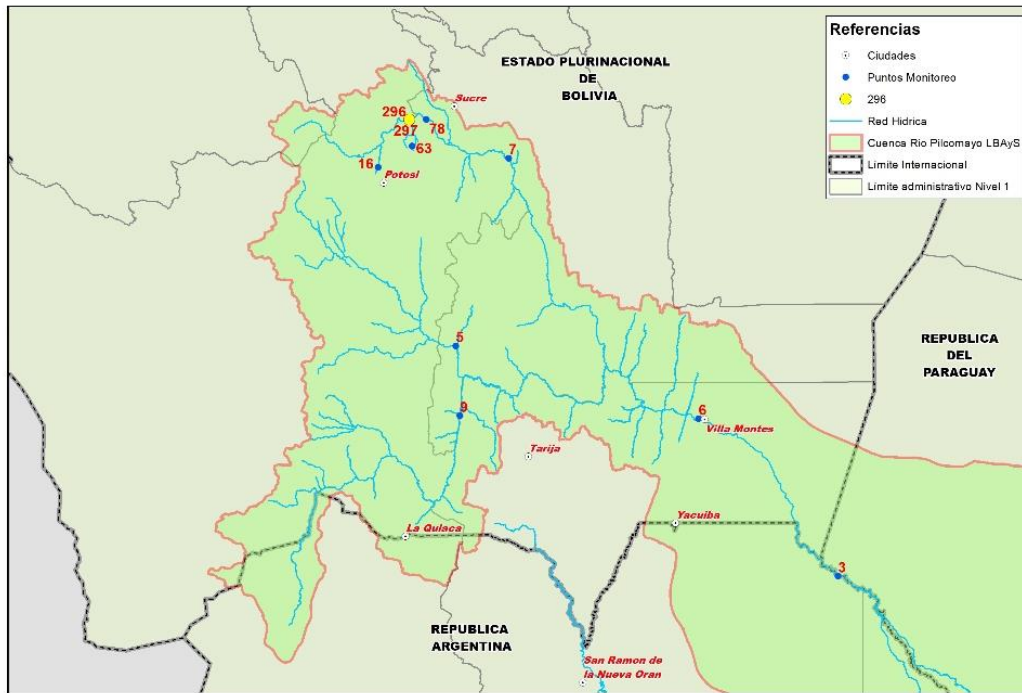
Foto 10. Río San Juan del Oro – Aguas abajo





**Pilcomayo/ Tacobamba - Río Pilcomayo antes de la confluencia del río Tacobamba (ID 296):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 296 – Río Pilcomayo unión con río Tacobamba Potosí](#)

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

Estación		Pilcomayo/Tacobamba
Curso de agua		Pilcomayo
ID Estación		296
Coordenadas		
Latitud (s)		19 7 56.088
Longitud (w)		65 34 19.872
Altura	msnm	2794
Presión	mm Hg	550
Fecha		6/12/2022
Hora		11:45
Velocidad media	m/s	0.123
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0.70
Escala	m	Sin escala
pH		8.34
pH	mV	-84.0
Temperatura	°C	17.9
Conductividad	uS/cm	1038
Salinidad	Sal	0.5





COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

Estación		Pilcomayo/Tacobamba
Curso de agua		Pilcomayo
ID Estación		296
Temperatura	°C	17.4
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.70
Saturación	%	97.5
Temperatura	°C	17.4
Turbiedad	NTU	212

En este punto se observa también una conductividad propia de los meses de transición entre aguas bajas a altas con turbiedad media. El pH básico y, oxígeno disuelto alto son característicos de las aguas en la región. Se tomó muestra de sedimento de la orilla margen derecha.



Foto 11. Río Pilcomayo antes de la unión con el río Tacobamba (Aguas arriba del puente carretero)



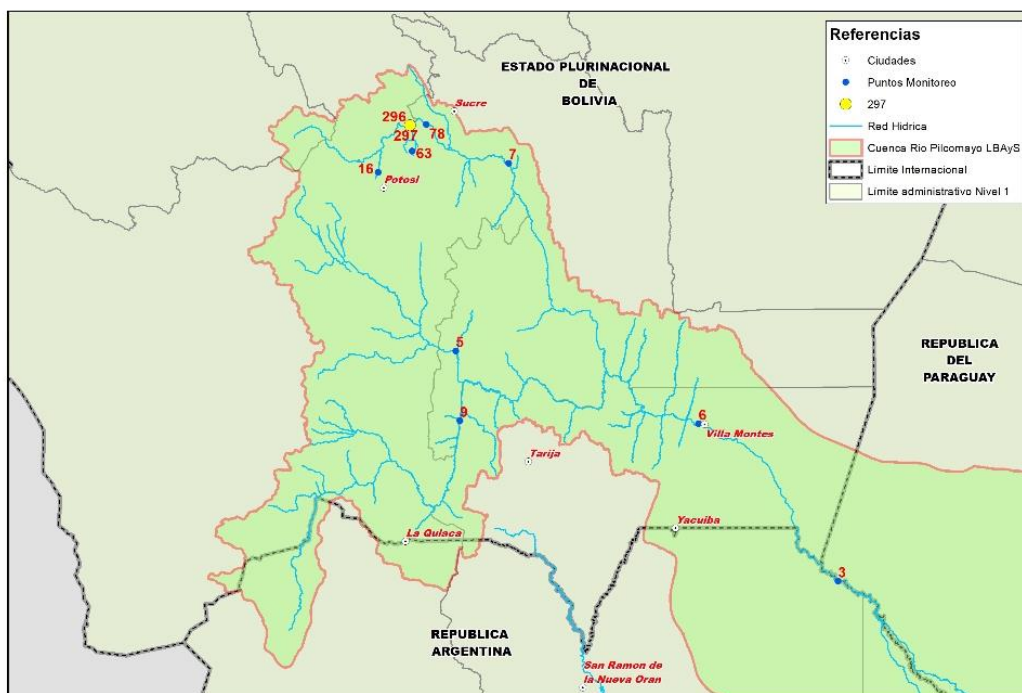
Foto 12. Río Pilcomayo antes de la unión con el río Tacobamba (Aguas abajo del puente carretero)



Foto 13. Margen derecha, orilla de muestreo

**Tacobamba / Pilcomayo - Río Tacobamba antes de su unión al río Pilcomayo (ID 297):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 297 – Río Tacobamba unión con río Pilcomayo Potosí](#)



COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

El río Tacobamba antes de su unión con el río Pilcomayo, mostro los siguientes resultados:

Estación		Tacobamba
Curso de agua		Pilcomayo
ID estación		297
Coordenadas		
Latitud (s)		19 8 13.65
Longitud (w)		65 34 6.102
Altura	msnm	2794
Presión	mm Hg	556.5
Fecha		6/12/2022
Hora		13:45
Velocidad media	m/s	0.105
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0.13
Escala	m	Sin escala
pH		8.47
Eh	V	-91.5
Temperatura	°C	20.9
Conductividad	uS/cm	731.5
Salinidad	Sal	0.3
Temperatura	°C	21.0
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.21
Saturación	%	97.7
Temperatura	°C	21.0
Turbiedad	NTU	85.9

Al igual que el río Pilcomayo, el río Tacobamba mostró un pH alcalino, sin embargo, la lectura de la conductividad fue menor que éste indicando una concentración de iones más baja que el Pilcomayo. En comparación con los datos del río Colavi (aportante de este río), el pH aumentó desde condiciones ácidas hasta alcalinas con una disminución de la conductividad (927  $\mu$ S/cm en Colavi), estos cambios podrían ser resultado de la dilución por el aporte de cursos de agua (de características neutras y de baja conductividad), y/o por la oxidación y posterior precipitación de por ejemplo compuestos de hierro. La turbiedad todavía característica de la época seca. El pH básico y, oxígeno disuelto alto son propios de las aguas en la región.



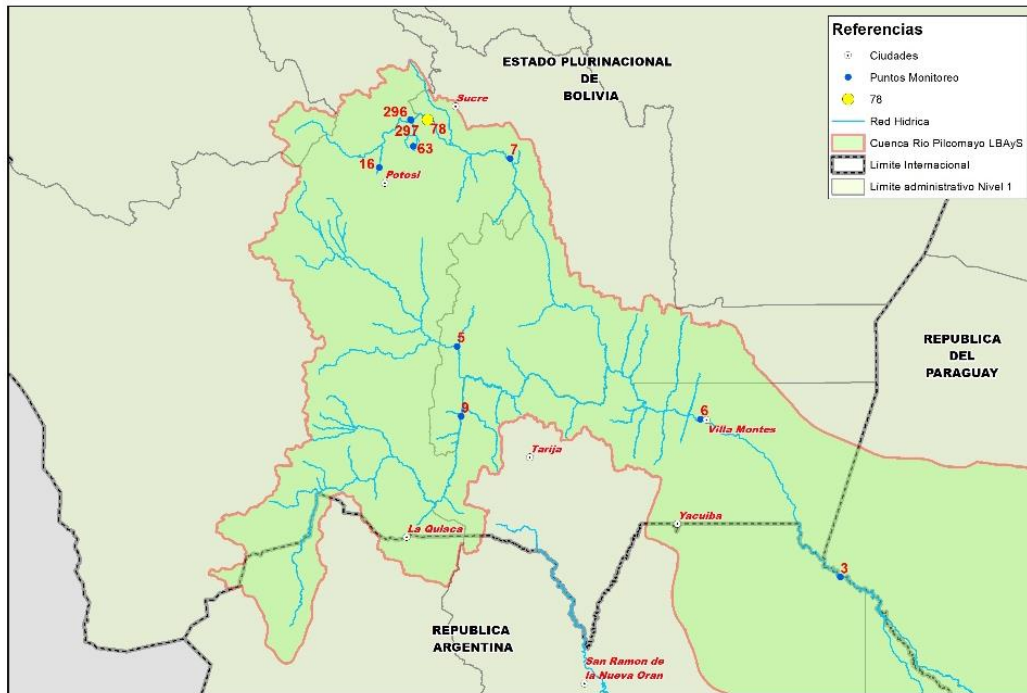
Foto 14 y 15 . Unión de los ríos Tacobamba y Pilcomayo - Río Tacobamba, punto de muestreo.





**Talula, río Pilcomayo (ID 078):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 078 – Talula - Chuquisaca](#)

Las mediciones in situ fueron:

Estación		Talula
Curso de agua		Pilcomayo
ID estación		078
Coordenadas		
Latitud (s)		19 7 51.66
Longitud (w)		65 27 3.108
Altura	msnm	2585
Presión	mm Hg	541.1
Fecha		8/12/2022
Hora		11:00
Velocidad media	m/s	1.15
Caudal	m3/s	8.69
Escala	m	1.18
pH		8.42
pH	mV	-87.5
Temperatura	°C	17.2
Conductividad	uS/cm	1077.5
Salinidad		0.5
Temperatura	°C	16.9
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.99
Saturación	%	98.05
Temperatura	°C	16.7
Turbiedad	NTU	>1100





COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

El pH alcalino y la conductividad con valores similares a los leídos en el Pilcomayo antes de la unión del río Tacobamba (1038 uS/cm). El alto valor de turbiedad indicaría la ocurrencia de precipitaciones en la región. Se tomó muestra de sedimento en la orilla de la margen derecha.



Foto 16. Río Pilcomayo (Talula) – Aguas arriba del puente.

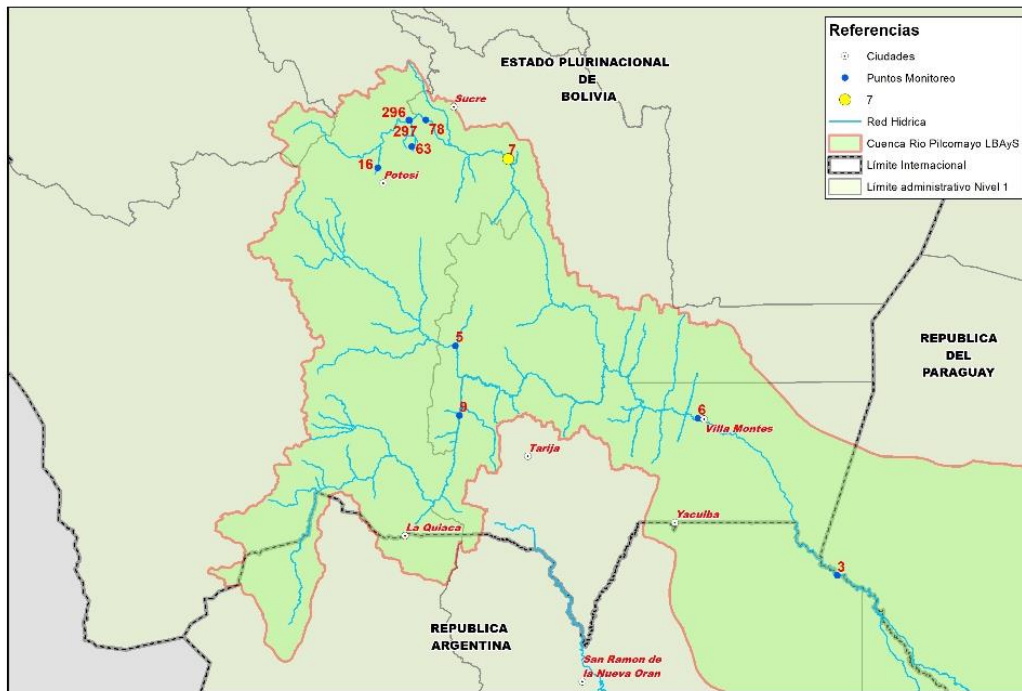


Foto 17. Río Pilcomayo (Talula) – Aguas abajo



**Viña Quemada, río Pilcomayo (ID 007):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 007 – Viña Quemada - Chuquisaca](#)

Las mediciones in situ fueron:

Estación		Viña Quemada
Curso de agua		Pilcomayo
ID estación		007
Coordenadas		
Latitud (s)		19 24 26.754
Longitud (w)		64 51 49.866
Altura	msnm	2031
Presión	mm Hg	599.1
Fecha		9/12/2022
Hora		11:20
Velocidad media	m/s	0.60
Caudal	m <sup>3</sup> /s	13.2
Escala	m	3.30
pH	mV	-96.5
pH	m3/s	8.54
Temperatura	°C	21.8
Conductividad	uS/cm	795
Salinidad		0.3
Temperatura	°C	21.6
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.67
Saturación	%	97.0
Temperatura	°C	21.6
Turbiedad	NTU	>1100



COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

---

En comparación con el Pilcomayo en Talula, presenta una conductividad menor probablemente por la ocurrencia de precipitaciones en la región, mostrando también una turbiedad alta. Se tomó muestra de sedimento en la orilla de la margen derecha.



Foto 18. Río Pilcomayo (Viña Quemada) – Aguas arriba del lugar de muestreo.



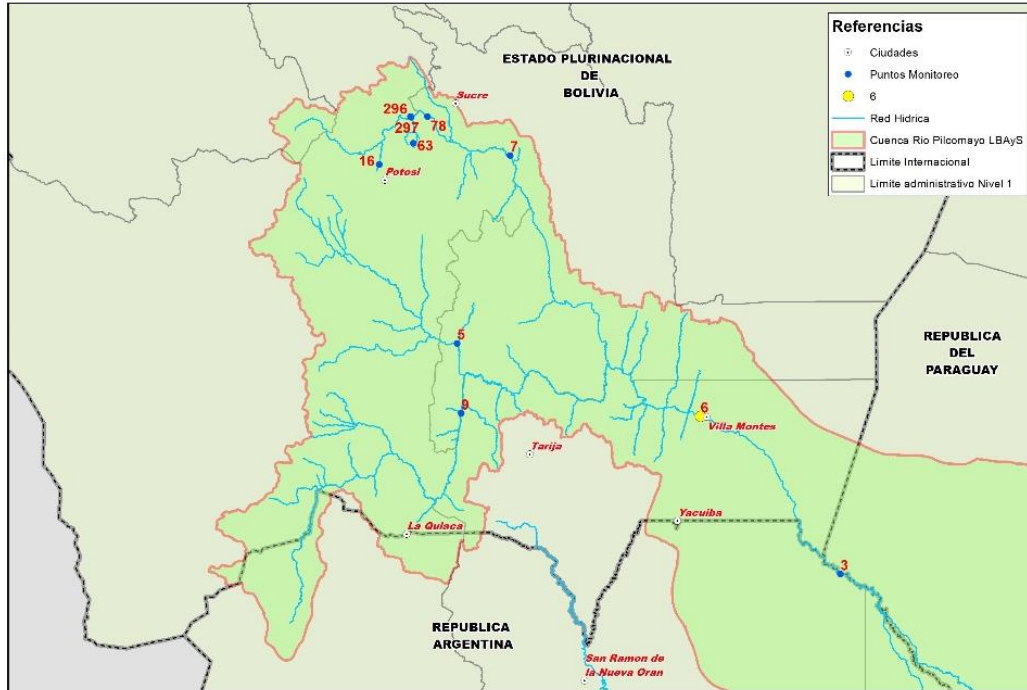
Foto 19. Río Pilcomayo (Viña Quemada) – Aguas abajo





**Villa Montes, río Pilcomayo (ID 006):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 006 – Villa Montes - Tarija](#)

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

Estación		Villa Montes
Curso de agua		Pilcomayo
ID Estación		006
Coordenadas		
Latitud (s)		21 15 31.938
Longitud (w)		63 30 41.664
Altura		390
Presión	mm Hg	766.2
Fecha		4/12/2022
Hora		14:35
Velocidad media	m/s	0.368
Caudal	m <sup>3</sup> /s	39.5
pH		8.21
Eh	V	-78.5
Temperatura	°C	27.2
Conductividad	uS/cm	1773
Salinidad	Sal	0.9
Temperatura	°C	27.1
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.39
Saturación	%	98.1
Presión barométrica		190.0
Temperatura	°C	27.0
Turbiedad	NTU	>1100





COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

---

Por la turbiedad alta, pero conductividad todavía alta indicaría que en esta oportunidad el muestreo corresponde a las primeras lluvias. Se tomó muestra de sedimento en la orilla del margen derecho.



Foto 20. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas arriba de Puente Ustarez

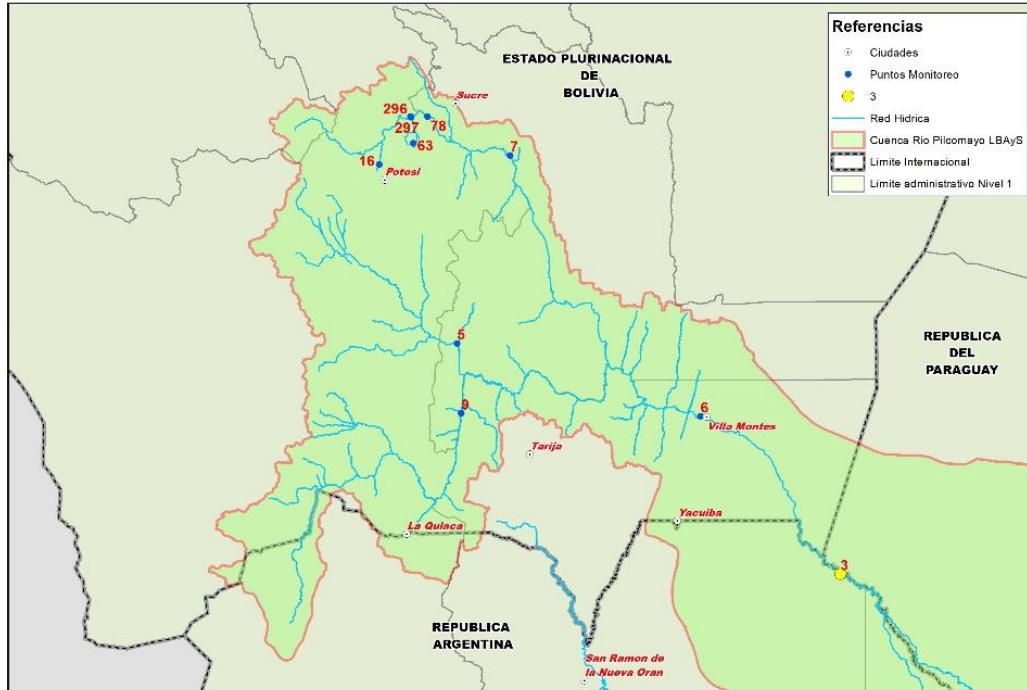


Foto 21. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas abajo



**Misión La Paz/Pozo Hondo, río Pilcomayo (ID 003):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 003 – Misión la Paz, Pozo Hondo \(Ar-Py\)](#)

Los datos in situ obtenidos son:

Estación		Misión La Paz
Curso de agua		Pilcomayo
ID estación		003
Coordenadas		
Latitud (s)		22 22 41.088
Longitud (w)		62 31 7.044
Altura	msnm	254
Presión	mm Hg	727.2
Fecha		4/12/2022
Hora		07:45
Caudal	m <sup>3</sup> /s	10.17
Escala	m	3.02
pH		8.21
Eh	V	-78.0
Temperatura	°C	26.6
Conductividad	uS/cm	2440
Salinidad	Sal	1.2
Temperatura	°C	26.7
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.70
Saturación	%	97.6
Presión barométrica		128.5
Temperatura	°C	26.5
Turbiedad	NTU	149



COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

Los valores obtenidos corresponderían todavía a la época seca, con conductividad alta y turbiedad media, el oxígeno disuelto presenta condiciones de saturación con pH ligeramente básico.

Se tomó muestra de sedimento de la orilla margen derecha.



Foto 22. Río Pilcomayo – Aguas arriba del puente en Misión La Paz.



Foto 23. Río Pilcomayo – Aguas debajo del puente en Misión La Paz.



Foto 24. Río Pilcomayo – Margen derecha – lugar de toma de sedimentos en Misión La Paz.





## Síntesis

De acuerdo con los datos in situ, se podría indicar que:

1. El pH de las aguas de la quebrada aguas arriba del pueblo de Colavi así como en otras oportunidades, presentó características ácidas, esto podría ser por drenajes ácidos de mina y roca de la quebrada Canutillos. Sin embargo, el receptor de sus aguas, río Tacobamba, antes de unirse al Pilcomayo presentó pH básico, al igual que los otros puntos monitoreados en la Cuenca. Esto muestra la capacidad de autodepuración que tiene la subcuenca del río Tacobamba, en referencia a las condiciones de pH.
2. La conductividad en algunos puntos monitoreados permanece en el rango característico del caudal de base, mientras que en otros ya se dieron las primeras precipitaciones de la época de lluvia presentando valores menores de 1000 uS/cm.
3. Los valores de la turbiedad en varios de los lugares muestreados fueron >1100 NTU, indicando el inicio de la época de lluvia.
4. Al igual que en anteriores oportunidades, en todos los puntos monitoreados se presentaron condiciones de saturación de oxígeno, causadas por las fuertes pendientes del río en dichos puntos, que provocan turbulencia, aumentando 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.