



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

**INFORME TÉCNICO PRIMERA CAMPAÑA
INTENSIVA DE CALIDAD DE AGUAS Y
SEDIMENTOS - 2024**

En el presente informe se presentan los valores medidos in situ en la primera campaña intensiva de calidad de aguas y sedimentos desarrollada en el mes de junio del año 2024



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

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN	2
PUNTOS DE MONITOREO.....	3
PARÁMETROS MEDIDOS IN SITU	4
SUBCUENCAS DE APORTE – CUENCA ALTA	5
Río Tarapaya – Tarapaya (ID 016):.....	9
Río Tacobamba	10
<i>Río Colavi – Colavi (ID 063):</i>	<i>10</i>
<i>Río Tacobamba – Antes de su confluencia al Pilcomayo (ID 297):</i>	<i>11</i>
Río Tumusla – Palca Grande (ID 005):.....	12
Río San Juan del Oro – El Puente (ID 009):.....	14
CUENCA ALTA DEL RÍO PILCOMAYO.....	15
Río Pilcomayo – Agua Arriba confluencia Pilcomayo – Tacobamba (ID 296):	18
Río Pilcomayo – Talula (ID 078):	19
Río Pilcomayo – Viña Quemada (ID 007):	20
Río Pilcomayo – Villa Montes (ID 006):.....	21
Río Pilcomayo – Misión la Paz/Pozo Hondo (ID 003):	22
SUBCUENCA CARAPARÍ - ITIYURO.....	23
Río Carapari– Carapari Itiyuro 1 (ID 362):	24
Río Carapari– Carapari Itiyuro 2 (ID 363):	25
Río Carapari– Carapari Itiyuro 3 (ID 364):	25
SÍNTESIS	26



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

Introducción

En este informe se presentan los parámetros medidos “in situ” durante la **Primera Campaña Intensiva de Monitoreo de Calidad de Aguas y Sedimentos – Año 2024**, la cual se desarrolló en el mes de junio de 2024. En esta oportunidad a los habituales 10 puntos de monitoreo se adicionaron 3 puntos ubicados en diferentes secciones del río Caraparí, lo anterior conforme a lo acordado en la Reunión LX del Consejo de Delegados celebrada en mayo del año 2024.

Las muestras de agua recolectadas fueron remitidas a los laboratorios SGLAB y CEANID de Bolivia para su análisis físico químico y para el análisis biológico fueron entregadas al laboratorio de la Universidad de Salta de Argentina. Las muestras fueron recibidas por los laboratorios dentro de las 24 horas posteriores al muestreo, en este marco previo al inicio de la campaña se coordinó con los laboratorios para que la recepción de estas se realice dentro del tiempo establecido.

El procedimiento de muestreo respetó los requerimientos del material de los envases y de reactivos de conservación de las muestras, garantizando de esta manera la representatividad de los cuerpos de agua de acuerdo con las normas de preservación internacionales.

En lo que al análisis de metales pesados respecta, todas las muestras fueron entregadas al laboratorio de EcoNatura (Paraguay) quienes cuentan con un Espectrómetro de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS) para la determinación de trazas de metales.

En lo referente a las muestras de sedimentos, fueron tomadas en las orillas del río donde se observó una reciente deposición de estos. Para el análisis de los parámetros físicos químicos, las muestras fueron entregadas al laboratorio del SGLAB quienes además preparan las muestras (secado a temperatura ambiente y tamizado) para su análisis de metales pesados mediante ICP-MS, en sus fracciones: < 0.063 mm y de 0.063 a <2 mm, que posteriormente son entregadas al laboratorio EcoNatura (Asunción-Paraguay).

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 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia (SENAMHI) en Bolivia y por la empresa encargada de la operación y mantenimiento de la red Hidrológica Nacional de la Subsecretaría de Planificación y Gestión Operativa de Proyectos Hídricos de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica del Ministerio de Obras Públicas de la Nación – República Argentina.

Puntos de Monitoreo

En las imágenes a continuación se observa la ubicación de muestreos cuyos resultados analíticos se incluyen en el presente informe, detalle que se encuentra en la Tabla 1.

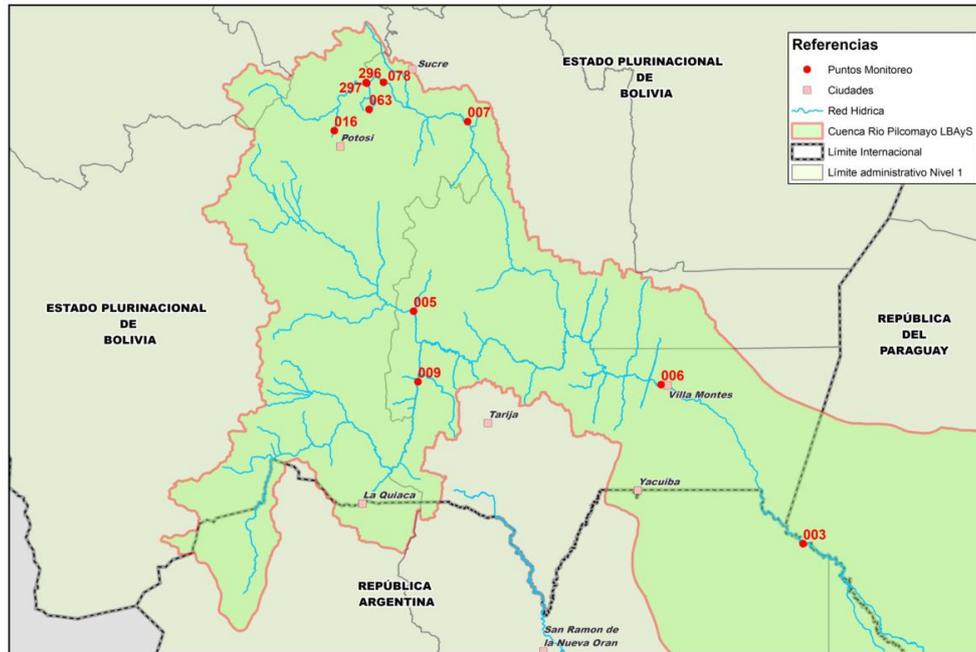


Imagen N° 1 – Puntos De monitoreo campaña Intensiva.

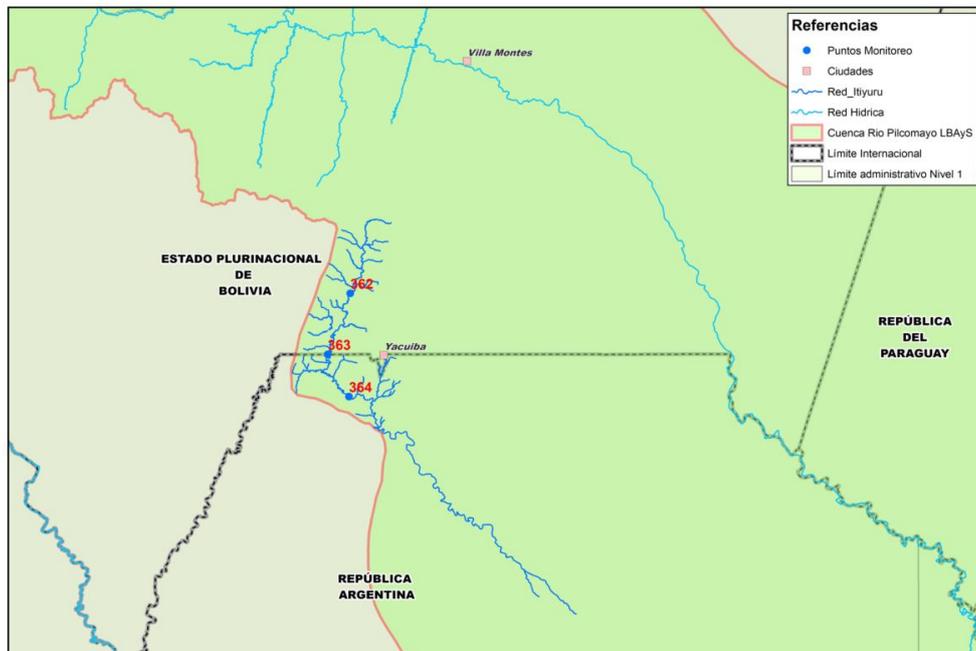


Imagen N° 2 – Puntos de monitoreo sobre el río Caraparí

La lista de las estaciones con su respectivo código de identificación está incluida en la siguiente tabla:

Tabla 1 – Puntos de monitoreo campaña intensiva – Estación - ID.

Estación	País	ID
Palca Grande – Río Tumusla	Bo	005



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

Estación	País	ID
Tarapaya – Río Tarapaya	Bo	016
Colavi – Río Colavi	Bo	063
Tacobamba – Río Tacobamba	Bo	297
Pilcomayo/Tacobamba – Río Pilcomayo	Bo	296
Talula – Río Pilcomayo	Bo	078
Viña Quemada – Río Pilcomayo	Bo	007
El Puente – Río San Juan del Oro	Bo	009
Villa Montes – Río Pilcomayo	Bo	006
Misión La Paz/Pozo Hondo – Río Pilcomayo	Ar/Py	003
Caraparí Itiyuro 1*	Bo	362
Caraparí Itiyuro 2*	Ar/Bo	363
Caraparí Itiyuro 3*	Ar	364

(* Estaciones presentadas en la Imagen N°2 – Puntos de monitoreo sobre el río Caraparí

A efectos de una mejor visualización e identificación de los puntos de monitoreo incluidos en el presente informe técnico se ha creado un mapa interactivo en el cual se identifican por ID y nombre cada una de las estaciones. Este mapa permite desplazarse con libertad por cada uno de los puntos de monitoreo. Para acceder al mismo debe hacer “Ctrl+Clic” en la imagen a continuación.



Imagen N° 3 – Acceso a mapa interactivo

Para la interpretación de las “*tablas de resumen estadístico*” a continuación se realiza una breve reseña para su interpretación: en el caso de resaltarse una sola celda significa que el valor medido en la presente campaña se encuentra por encima o debajo del seleccionado (mínimo o máximo), para los casos en que el valor medido se encuentre entre 2 valores se encontrarán dos celdas resaltadas.

Estación	Tumusla			Cotagaita		
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)
Mínimo	7.83	388	68.3	6.7	802.0	65.1
Percentil 25	8.05	657	75.4	7.7	1526.0	73.05
Mediana	8.265	704	93.7	7.92	1655.5	96.65
Percentil 75	8.37	750.5	101.7	8.105	1756.5	102.55
Máximo	8.58	878	107.7	8.347	1883.0	112.5
Promedio	8.23	700.14	90.06	7.84	1592.86	89.47
Desv. Standar	0.21	110.23	14.19	0.41	269.28	15.55
N° de muestras	22	22	22	22	22	22

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 (µS/cm)
- Salinidad (unidades de salinidad)
- Oxígeno disuelto (mg/L)
- Saturación de oxígeno (%)



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

Los equipos utilizados en las mediciones in situ son:

- Multiparamétrico WTW 3340, que consta de tres electrodos (pH, conductividad y oxígeno disuelto), cada uno de los cuales tiene un sensor de temperatura por lo que se informa las tres lecturas leídas.
- Turbidímetro WTW Turbo 430 IR

Cabe mencionar que previo a la salida al campo la DE CTN realiza una verificación del estado de los equipos mediante el uso de soluciones de calibración trazables, verificándose de esta manera el correcto funcionamiento de los equipos y garantizándose además la calidad de las mediciones realizadas “in situ”.

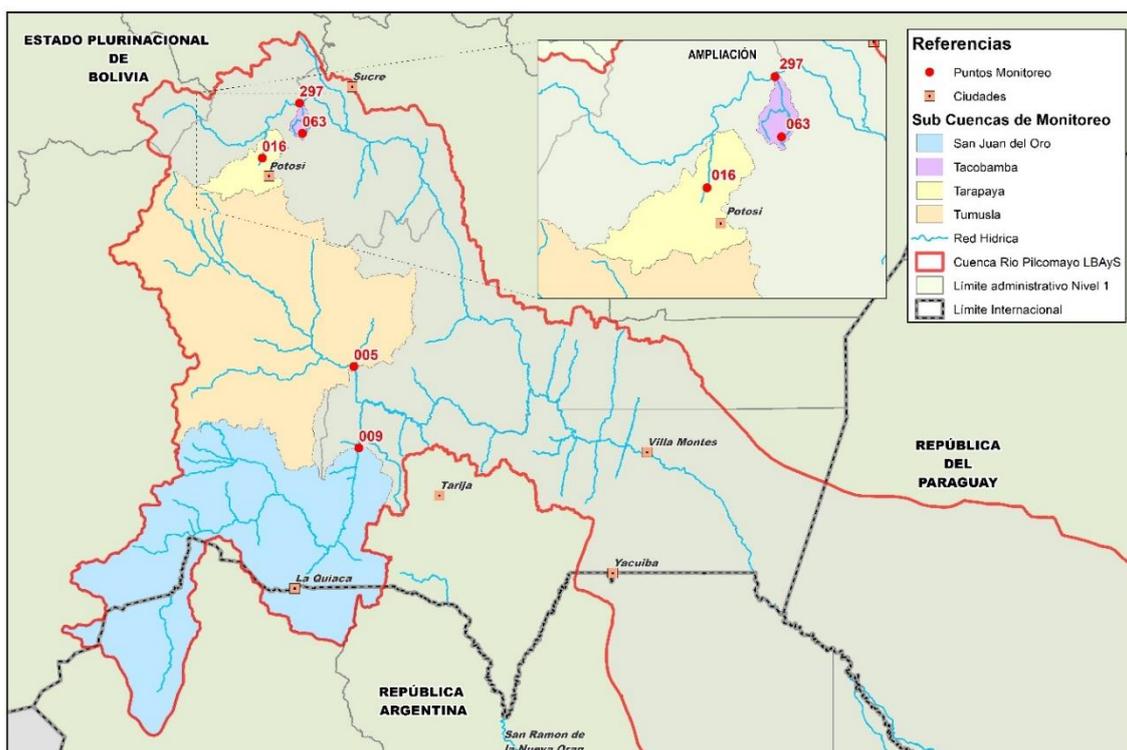
Los valores informados en el presente documento son el promedio de las mediciones realizadas al inicio y fin de las actividades de muestreo, actividad que en promedio tiene una duración de 15 minutos.

En lo que respecta al valor de la turbiedad el informado es el promedio de un mínimo de tres lecturas realizadas con el turbidímetro.

En lo referente al desarrollo del presente informe se encuentra dividido en tres secciones principales: *Subcuencas de aporte – Cuenca alta, Cuenca alta del Río Pilcomayo y Subcuenca Caraparí Itiyuro.*

- **Subcuencas de aporte – Cuenca alta:** agrupa los puntos de monitoreo en las principales cuencas de aporte “cuenca alta” al río Pilcomayo.
- **Cuenca alta del Río Pilcomayo:** agrupa los puntos de monitoreo ubicados sobre el río Pilcomayo.
- **Subcuenca Caraparí - Itiyuro:** agrupa los puntos de monitoreo ubicados sobre el río Caraparí

Subcuencas de aporte – Cuenca alta





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

Imagen N° 4 –Subcuencas Cuenca Alta Rio Pilcomayo

En la tabla a continuación se muestra la información recopilada in situ en cada punto de monitoreo de las subcuencas de aporte – cuenca alta.

Tabla 2 – Datos estaciones y valores registrados “In situ”

Estación		Tarapaya	Colavi	Tacobamba	Palca Grande	El Puente
Curso de agua		Tarapaya	Colavi	Tacobamba	Tumusla	San Juan del Oro
ID Estación		016	063	297	005	009
Coordenadas						
Latitud (S)		19 28 18.72	19 19 17.23	19 11 23.74	20 44 32.77	21 14 21.84
Longitud (O)		65 47 39.43	65 33 7.31	65 32 56.64	65 14 25.60	65 12 32.96
Altura	msnm	3326	3644	2958	2334	2340
Fecha		23/6/2024	23/6/2024	20/6/2024	19/6/2024	19/6/2024
Hora		15:55	12:30	15:40	16:00	13:35
Velocidad media	m/s	0.73	0.41	0.73	1.25	0.69
Caudal	m ³ /s	1.16	0.04	0.23	7.48	4.87
Altura escala	m	0.47	-	-	1.51	1.30
pH	upH	7.56	3.25	8.25	8.763	8.73
pH	mV	-35.4	192.1	-71.70	-98.45	-97.05
Temperatura	°C	12.2	10.7	15.6	12.8	12.7
Conductividad	uS/cm	729	531	421	1182	1262
Salinidad	Sal	0.3	0.2	0.1	0.5	0.6
Temperatura	°C	12.15	10.6	15.5	12.7	12.6
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.26	7.28	6.94	8.25	9.00
Saturación	%	87.1	101.1	99.6	103.5	112.2
Temperatura	°C	12.1	10.6	15.5	12.7	12.5
Turbiedad	NTU	125	86.7	95.2	158	73.1

Los cierres de todas las subcuencas registraron valores de pH ligeramente básicos (Tarapaya) a básicos. Con excepción de Colavi que continúa mostrando valores ácidos, condición que cambia al llegar al Pilcomayo mostrando valores básicos (Tacobamba). En cuanto a la conductividad los valores registrados corresponderían a transición a la época seca, aunque en Palca Grande y El Puente ya sobrepasan los 1000 μ S/cm. Con excepción de Tarapaya los valores de saturación de oxígeno medidos fueron próximos al 100%. Los valores de turbiedad son bajos correspondiendo ya a las características de la época seca.

En comparación con los valores históricos tenemos que:

- El valor del pH en Tarapaya coincide con el percentil 75 mientras que en Palca Grande se encuentra sobre este, registrándose un valor mayor al máximo en El Puente. Por el contrario, se registró un pH menor al percentil 25 en Colavi, probablemente porque siguen existiendo filtraciones que generan aguas ácidas; mientras en Tacobamba fue menor al mínimo medido hasta ahora.
- Si bien a la salida de la subcuenca Tacobamba se apreció una conductividad baja, menor al percentil 25, aguas arriba en Colavi fue mayor al percentil 75. Mientras que Tarapaya y El Puente registraron valores menores a la mediana, en Palca Grande fue mayor a ésta.
- Mientras que en Tarapaya y Tacobamba, la saturación de oxígeno está próxima a la mediana, en Colavi, Palca Grande y El Puente se registraron valores superiores al percentil 75.
- No se realizan los estadísticos de la turbiedad porque existen varias mediciones mayores a 1100 (límite de lectura del equipo) que se leen en aguas altas, lo que impide el cálculo de los percentiles con representatividad.



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

Tabla 3 – Resumen estadístico

Estación	Tarapaya			Colavi			Tacobamba antes de Pilcomayo		
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)
Mínimo	6.2	329	45.5	3.2	207	98.85	8.316	324	97.7
Percentil 25	6.78	725	71.15	3.59	302	99.7	8.3845	531.8	99.425
Mediana	7.19	907	80.95	4.86	345.5	100.2	8.492	641	100.15
Percentil 75	7.56	1147	91.85	6.028	490.75	100.45	8.535	720.25	100.95
Máximo	8.06	1917	99.4	7.681	927	102.3	8.625	871	103.3
Promedio	7.21	990.51	80.66	4.92	403.73	100.21	8.47	634.38	100.22
Desv. Estandar	0.48	332.53	12.6	1.35	157.41	0.74	0.09	131.4	1.26
Nº de muestras	61	61	54	28	28	28	26	26	26

Tabla 4 – Resumen estadístico

Estación	Palca Grande			El Puente		
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)
Mínimo	7.56	447	58.8	7.63	480.5	12.5
Percentil 25	8.18	1010	80.3	8.17	1171.5	76.2
Mediana	8.358	1171	95.6	8.3	1346.5	94
Percentil 75	8.45	1296	102.8	8.42	1484	108.3
Máximo	9.05	1484	124.9	8.592	2530	186.5
Promedio	8.31	1127.43	92.09	8.26	1343.03	94.45
Desv. Standar	0.26	234.51	14.63	0.23	406.37	26.69
Nº de muestras	61	61	55	61	60	55

Se observa en los gráficos *box whiskers* de los parámetros medidos lo siguiente:

- Existe mayor variabilidad del pH en Colavi por la influencia de las aguas ácidas de mina y roca que se generan en esta subcuenca y que son altamente dependientes de las precipitaciones en la región. Tarapaya también presenta mayor variabilidad que el resto por la influencia antrópica que afecta este punto (aguas residuales domésticas e industriales).
- La conductividad en todos los puntos presenta alta variabilidad que depende principalmente de la época del año en que se miden, siendo altas en época seca y bajas en la húmeda. De acuerdo con la Figura 2, la subcuenca Tacobamba se caracteriza por menores concentraciones de iones que Tarapaya, Palca Grande y El Puente, siendo éste última superior a las demás subcuencas.
- En lo referente a la saturación de oxígeno al igual que en otros lugares, las condiciones topográficas de la cuenca alta favorecen una alta saturación de oxígeno. Con valores menores en la subcuenca de Tarapaya por la influencia antrópica, mientras que, en Palca Grande y El Puente, la variabilidad está más influenciada por las condiciones hidrológicas.
- No se muestran gráficos para la turbiedad porque existen varios valores mayores a 1100 (límite de lectura del equipo) que se leen en aguas altas.



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

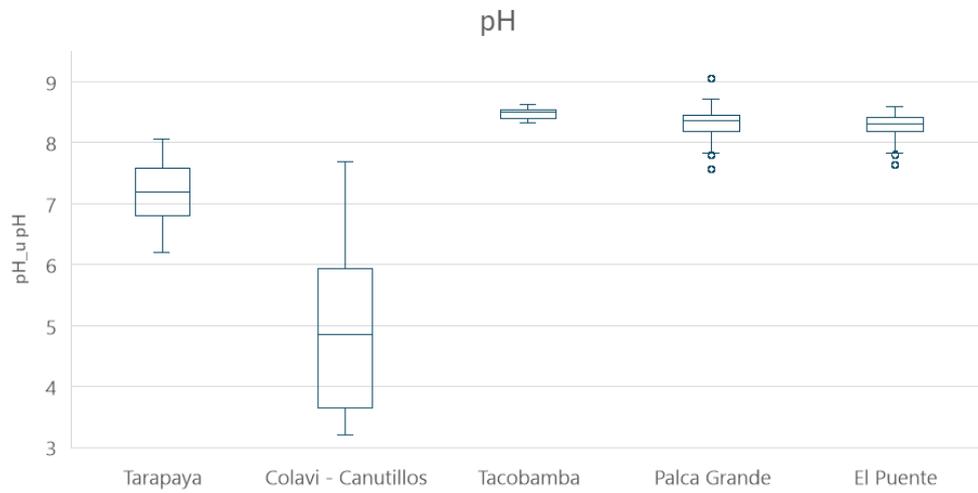


Figura N° 1 – Valores históricos de pH

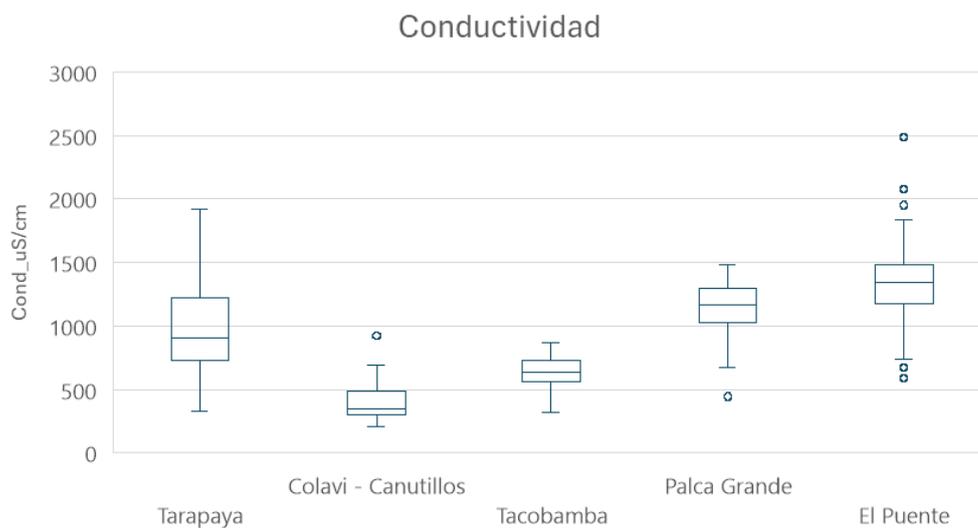


Figura N° 2 – Valores históricos de conductividad

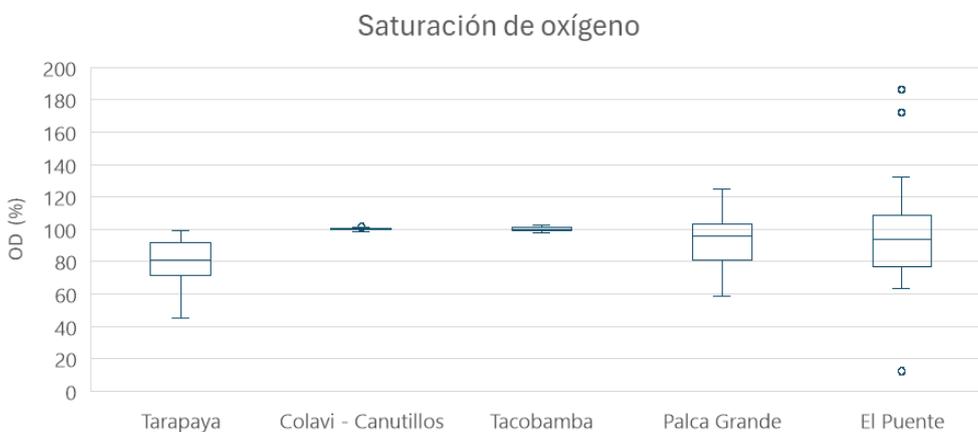


Figura N° 3 – Valores históricos de porcentaje de saturación de oxígeno



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

Río Tarapaya – Tarapaya (ID 016):

El muestreo se realizó pasando el pueblo de Tarapaya, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.



Fotografía N° 1- Río Tarapaya en Tarapaya – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía N° 2- Río Tarapaya en Tarapaya – aguas abajo del lugar de muestreo



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



Fotografía N° 3- Río Tarapaya en Tarapaya – margen derecha de toma de muestra de sedimentos

Río Tacobamba

En la subcuenca del río Tacobamba se monitorean dos puntos, aguas arriba de la comunidad de Colavi y en el río Tacobamba antes de su unión con el Pilcomayo.

Río Colavi – Colavi (ID 063):

El muestreo se realizó arriba del pueblo de Colavi Bajo, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.



Fotografía N° 4- Río Colavi en Colavi Bajo – aguas arriba del lugar de muestreo



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



Fotografía N° 5- Río Colavi en Colavi Bajo – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía N° 6- Río Colavi en Colavi Bajo – lugar de toma de muestras de depósitos recientes de sedimentos

Río Tacobamba – Antes de su confluencia al Pilcomayo (ID 297):

El muestreo se realizó cerca de la comunidad del Tacobamba, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.



Fotografía N° 7- Río Tacobamba antes de su unión al río Pilcomayo – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía N° 8- Río Tacobamba antes de su unión al río Pilcomayo – aguas abajo del lugar de muestreo



Fotografía N° 9- Río Tacobamba antes de su unión al río Pilcomayo – deposición sedimentos margen derecha

Río Tumusla – Palca Grande (ID 005):

El muestreo se realizó desde el puente carretero, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río margen izquierda.

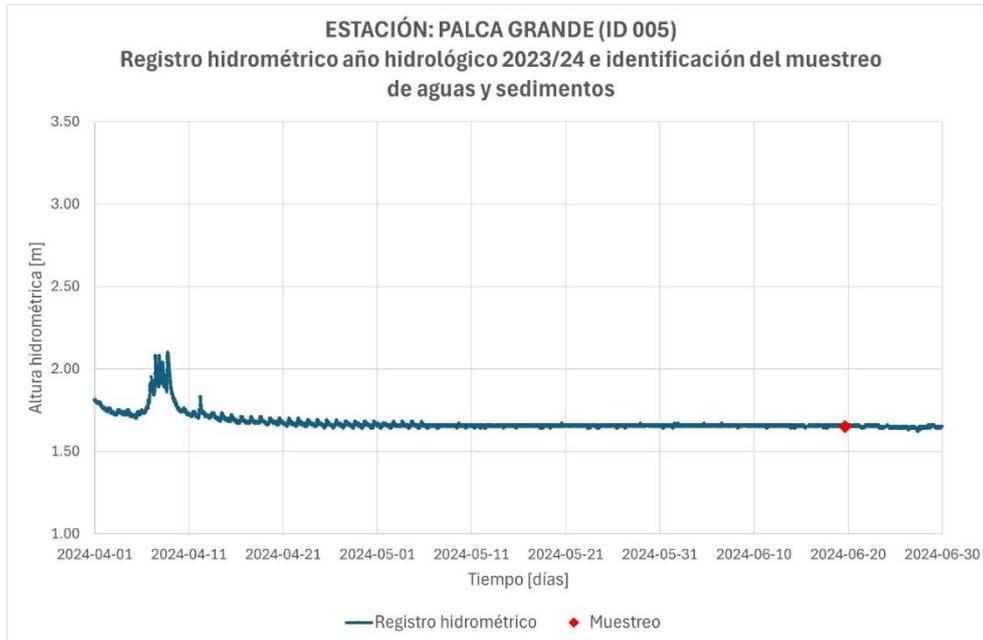


Figura N° 4 - Altura hidrométrica - Río Tumusla en Palca Grande



Fotografía N° 10- Río Tumusla en Palca Grande – aguas arriba del puente carretero



Fotografía N° 11- Río Tumusla en Palca Grande – aguas abajo del puente carretero

Río San Juan del Oro – El Puente (ID 009):

El muestreo se realizó desde el puente antiguo, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.

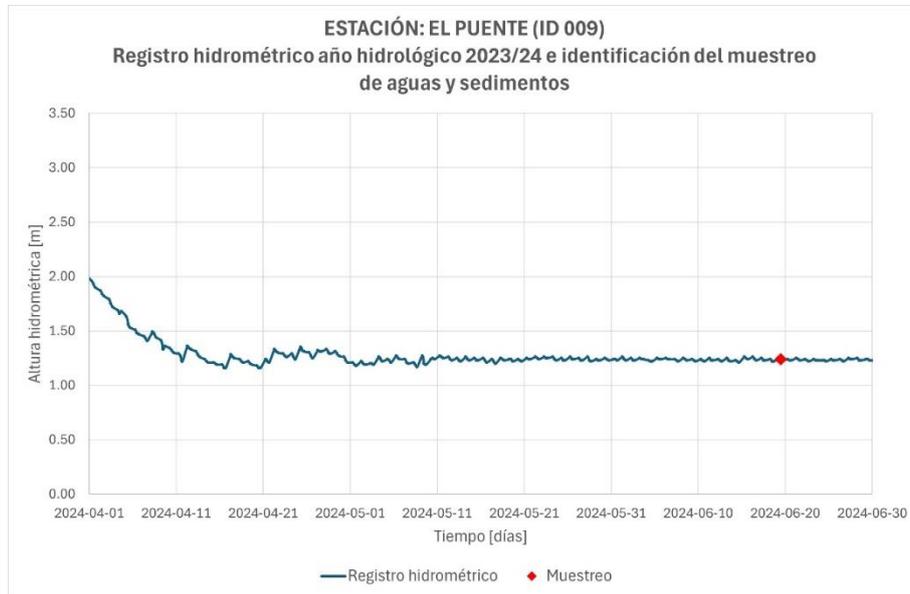


Figura N° 5 - Altura hidrométrica - Río San Juan del Oro en El Puente



Fotografía N° 12 - Río San Juan del Oro en El Puente – aguas arriba del puente



Fotografía N° 13 - Río San Juan del Oro en El Puente – aguas abajo del puente

Cuenca Alta del río Pilcomayo

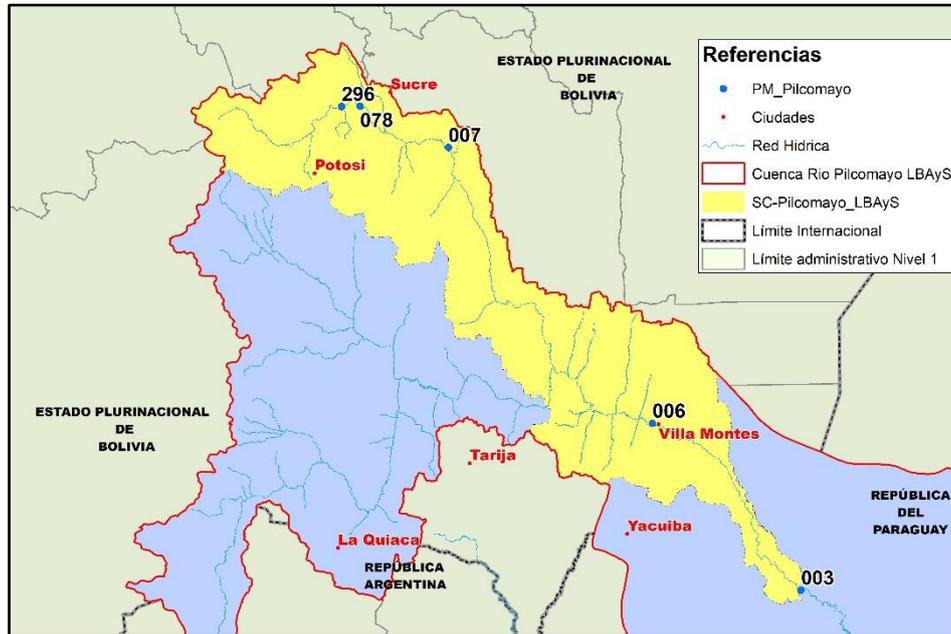


Imagen N° 5 – Puntos de monitoreo Subcuenca Pilcomayo

En la tabla a continuación se muestra la información recopilada in situ.

Tabla 5 – Datos estaciones y valores registrados “In situ”

Estación		Pilcomayo antes de Tacobamba	Talula	Viña Quemada
Curso de agua		Pilcomayo	Pilcomayo	Pilcomayo
ID Estación		296	078	007
Coordenadas				
Latitud (S)		19 07 56.06	19 07 48.93	19 24 27.59
Longitud (O)		65 34 20.15	65 27 4.31	64 51 47.99
Altura	msnm	2802	2583	2026
Fecha		20/6/2024	21/6/2024	22/6/2024
Hora		12:55	12:20	11:30
Velocidad media	m/s	1.04	1.39	0.51
Caudal	m3/s	6.85	7.58	11.00
Altura escala	m	-	1.10	3.10
pH	upH	8.45	8.434	8.70
pH	mV	-81.7	-81.3	-95.4
Temperatura	°C	11.4	12.9	13.8
Conductividad	uS/cm	898	1133	1224.5
Salinidad	Sal	0.4	0.5	0.6
Temperatura	°C	11.3	12.8	13.7
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.82	8.02	9.05
Saturación	%	99.8	103.2	111.1
Temperatura	°C	11.3	12.8	13.6
Turbiedad	NTU	241	141	68.6



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

Tabla 6 – Datos estaciones y valores registrados “In situ”

Estación		Villa Montes	Misión La Paz
Curso de agua		Pilcomayo	Pilcomayo
ID Estación		006	003
Coordenadas			
Latitud (S)		21 15 31.72	22 22 41.2
Longitud (O)		63 30 41.45	62 31 7.01
Altura	msnm	396	259
Fecha		16/6/2024	16/6/2024
Hora		14:05	07:05
Velocidad media	m/s	0.17	-
Caudal	m ³ /s	32.35	64.99*
Altura escala	m	0.62	2.65
pH	upH	8.5	8.040
pH	mV	-87.3	-62.5
Temperatura	°C	21.5	21.5
Conductividad	uS/cm	1152	1102
Salinidad	Sal	0.5	0.5
Temperatura	°C	21.5	21.5
Oxígeno Disuelto	mg/l	8.77	7.75
Saturación	%	104.1	90.2
Temperatura	°C	21.4	21.4
Turbiedad	NTU	46.4	791

(*) Caudal calculado con la curva de calibración vigentes de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación – República Argentina

En general los valores del pH en la cuenca principal fueron básicos en todos los puntos medidos, mientras que la conductividad visiblemente aumenta entre Pilcomayo (antes de Tacobamba) y Talula, manteniéndose desde Viña Quemada alrededor de los 1100 μ S/cm hasta Misión La Paz/Pozo Hondo. La saturación de oxígeno es alta alrededor del 100%, con excepción de Misión La Paz donde baja a 90% principalmente por la baja pendiente de la región. Las turbiedades fueron de menos de 50 NTU, con excepción de Misión La Paz/Pozo Hondo donde aumenta por la re-suspensión de sedimentos que se da entre este lugar y Villa Montes.

Comparando estos valores con los históricos se observa que:

- Los valores medidos de pH son mayores que la mediana en Talula y Misión La Paz/Pozo Hondo, mientras que en los demás puntos son mayores al percentil 75.
- La influencia de las condiciones hidrológicas (aguas bajas) en la calidad del agua es más evidente en la conductividad, las mediciones realizadas se encuentran por debajo de la mediana en Pilcomayo (antes de la unión de Tacobamba), mientras que son mayores a la mediana, en Talula, Villa Montes y Misión La Paz/Pozo Hondo. En Viña Quemada se midió una conductividad mayor al percentil 75.
- La saturación de oxígeno en el Pilcomayo antes de la unión del Tacobamba registró un valor menor a la mediana, mientras que en Talula y Misión La Paz/Pozo Hondo muestran un valor mayor a esta. Por otro lado, Viña Quemada y Villa Montes registraron valores superiores al percentil 75.
- No se realizan los estadísticos de la turbiedad porque existen varias mediciones mayores a 1100 (límite de lectura del equipo) que se leen en aguas altas, lo que impide el cálculo de los percentiles con representatividad.



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

Tabla 7– Resumen estadístico

Estación	Pilcomayo/Tacobamba			Talula			Viña Quemada		
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)
Mínimo	7.35	445	95.8	8.2	594	98.05	7.82	234	80.3
Percentil 25	8.305	832	99.5	8.2	594	98.05	7.897	400	88.3
Mediana	8.335	1010	102.6	8.41	1077.5	102.4	8.54	795	101.5
Percentil 75	8.4475	1101.5	105.35	8.47	1282	104	8.66	1213	110.5
Máximo	8.74	1266	119.8	8.76	1328	116.9	8.84	1531	125.4
Promedio	8.35	954.08	103.97	8.42	1011.79	104.05	8.38	889.83	104.36
Desv. Standar	0.24	216.78	6.1	0.19	310.4	6.5	0.4	447.1	14.83
N° de muestras	26	26	26	7	7	7	9	9	9

Tabla 8 – Resumen estadístico

Estación	Villa Montes			Misión La Paz/Pozo Hondo		
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)
Mínimo	7.28	340	56.3	7	446	51
Percentil 25	7.99	650	73.5	7.715	687.5	70.05
Mediana	8.207	1023	97.5	7.9	1018.5	83.05
Percentil 75	8.35	1329	99.8	8.1	1419.5	92.3
Máximo	8.66	2130	109.6	8.4	2440	103.2
Promedio	8.14	1028.39	88.16	7.91	1058.48	81.31
Desv. Standar	0.3	419.17	14.97	0.27	446.8	13.57
N° de muestras	61	61	53	84	84	50

Si se compara la variabilidad de estos parámetros en todos los puntos se tiene que:

- En el río Pilcomayo, se registra mayor variabilidad del pH desde Viña Quemada hasta Misión La Paz, principalmente por el aumento del área de influencia que contienen dichos puntos. A medida que el río discurre hacia la cuenca baja el pH tiende a disminuir llegando a valores ligeramente básicos especialmente en la época de lluvia.
- Al igual que el pH, la conductividad tiene mayor variabilidad a medida que avanza hacia la cuenca baja, con valores que dependen principalmente de la temporada del año (variación estacional) y de las características geológicas de su área de influencia. En general, en todos los puntos el 50% de las mediciones están próximas a 1000 $\mu\text{S/cm}$, con excepción viña Quemada donde este valor es menor (795 $\mu\text{S/cm}$).
- Con respecto a la saturación de oxígeno, la mayoría de los puntos se encuentran próximos a las condiciones de saturación (100%), como es característico de los ríos de montaña hasta Viña Quemada; a la salida del subandino en Villamontes y en la llanura chaqueña Misión La Paz/Pozo Hondo se registraron históricamente valores menores, entre 60 a 90%, especialmente en la época seca donde disminuye la turbulencia disminuyendo así la oxigenación del agua.
- No se muestran gráficos para la turbiedad porque existen varios valores mayores a 1100 (límite de lectura del equipo) que se leen en aguas altas.



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

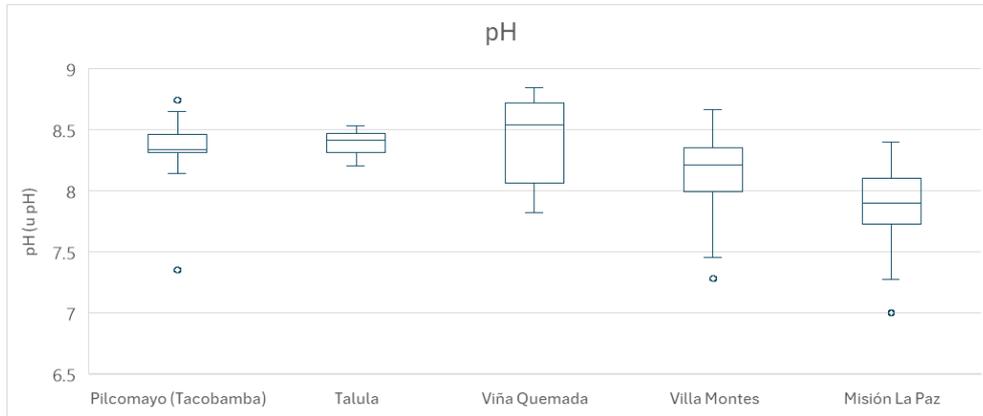


Figura N° 6 – Valores históricos de pH

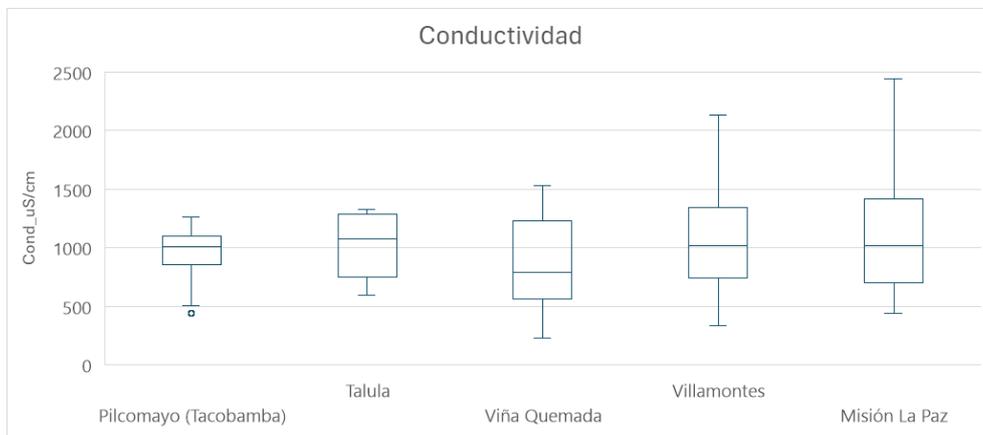


Figura N° 7 – Valores históricos de conductividad

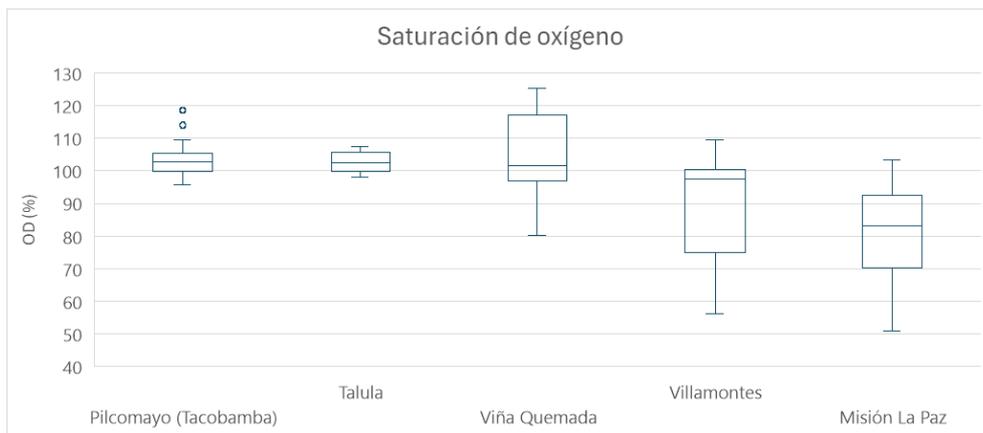


Figura N° 8 – Valores históricos de Saturación de oxígeno

Río Pilcomayo – Agua Arriba confluencia Pilcomayo – Tacobamba (ID 296):

El muestreo se realizó desde el puente carretero aguas arriba de la confluencia del río Tacobamba, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.



Fotografía N° 14- Río Pilcomayo antes de la unión del río Tacobamba – aguas arriba del puente



Fotografía N° 15- Río Pilcomayo antes de la unión del río Tacobamba – aguas abajo del puente

Río Pilcomayo – Talula (ID 078):

El muestreo se realizó desde el puente carretero cerca a la comunidad de Talula, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.

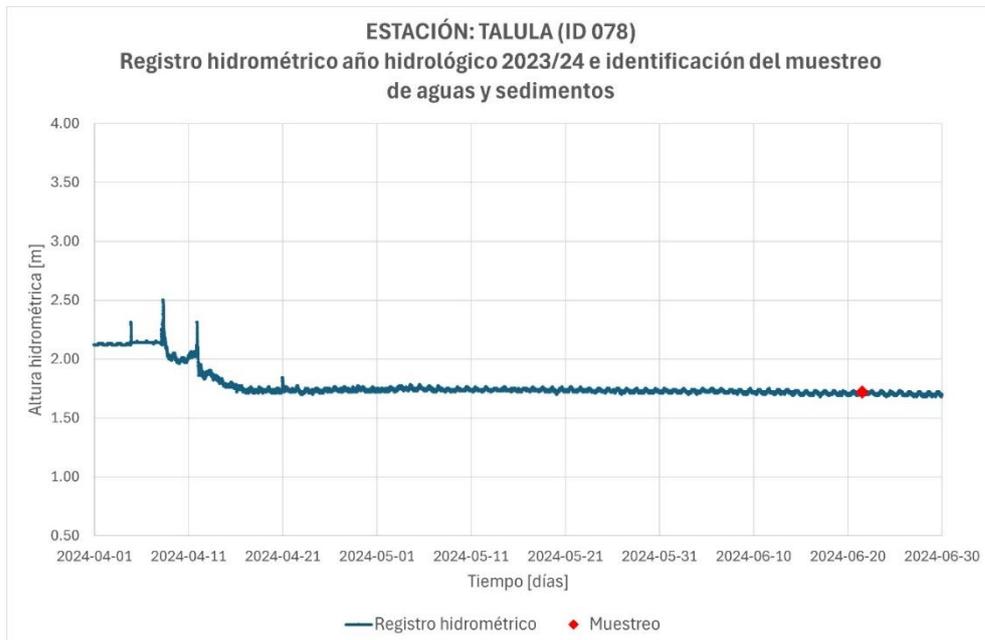


Figura N° 9 - Altura hidrométrica - Río Pilcomayo en Talula



Fotografía N° 16- Río Pilcomayo en Talula – aguas arriba del puente



Fotografía N° 17- Río Pilcomayo en Talula – aguas abajo del puente

Río Pilcomayo – Viña Quemada (ID 007):

El muestreo se realizó aguas arriba del pueblo de Viña Quemada (Potosí) aguas abajo de la escala hidrométrica, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.



Figura N° 10 - Altura hidrométrica - Río Pilcomayo en Viña Quemada



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



Fotografía N° 18- Río Pilcomayo en Viña Quemada – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía N° 19- Río Pilcomayo en Viña Quemada – aguas abajo del lugar de muestreo

Río Pilcomayo – Villa Montes (ID 006):

El muestreo se realizó aguas arriba del puente Ustarez en Villa Montes, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.



Fotografía N° 20- Río Pilcomayo en Villa Montes – aguas arriba del puente



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



Fotografía N° 21- Río Pilcomayo en Villa Montes – aguas abajo del puente



Figura N° 11 - Altura hidrométrica - Río Pilcomayo en Villa Montes

Río Pilcomayo – Misión la Paz/Pozo Hondo (ID 003):

El muestreo se realizó aguas arriba del puente internacional de Misión La Paz/Pozo Hondo, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río margen izquierda.



Fotografía N° 22- Río Pilcomayo en Misión La Paz/Pozo Hondo – aguas arriba del puente



Fotografía N° 23- Río Pilcomayo en Misión La Paz/Pozo Hondo – aguas abajo del puente



Fotografía N° 24- Río Pilcomayo en Misión La Paz/Pozo Hondo – muestreo sedimentos margen izquierda

Subcuenca Caraparí - Itiyuro

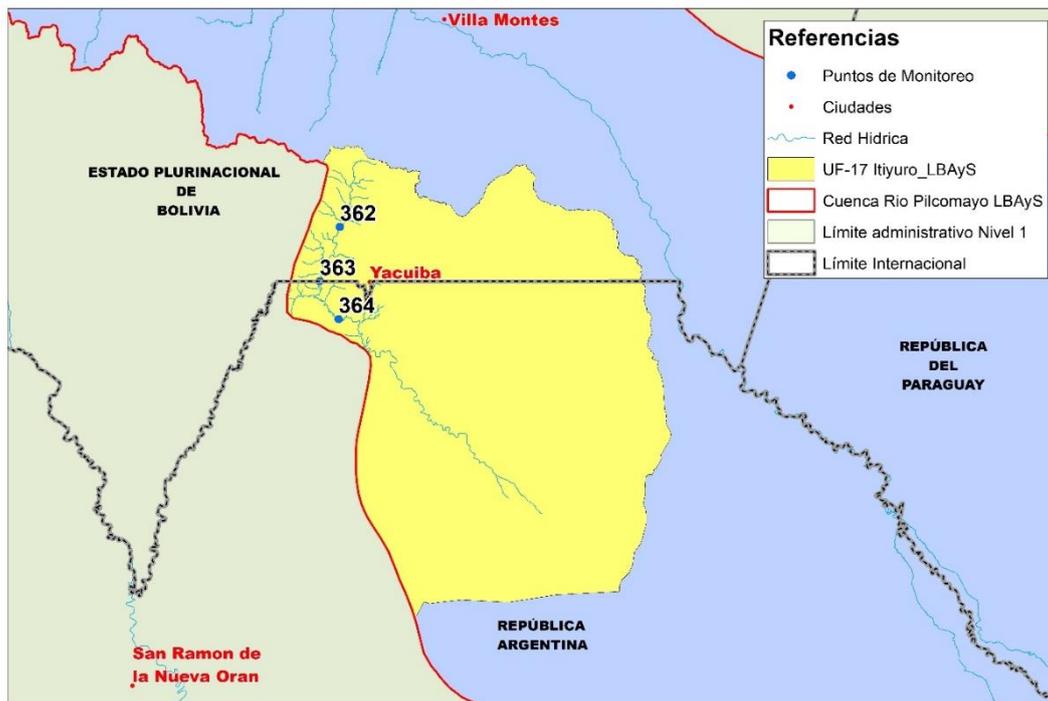


Imagen N° 6 – Puntos de monitoreo Subcuenca Itiyuro

En la tabla a continuación se muestra la información recopilada in situ.

Tabla 9 – Datos estaciones y valores registrados “In situ”

Estación	Caraparí Itiyuro 1	Caraparí Itiyuro 2	Caraparí Itiyuro 3
Curso de agua	Caraparí	Caraparí	Caraparí
ID Estación	362	363	364
Coordenadas			
	21 50 47.54	21 59 57.95	22 06 19.6

Estación		Caraparí Itiyuro 1	Caraparí Itiyuro 2	Caraparí Itiyuro 3
Curso de agua		Caraparí	Caraparí	Caraparí
		63 45 25.74	63 48 47.52	63 45 37.02
Altura	msnm	779	664	671
Fecha		16/6/2024	17/6/2024	17/6/2024
Hora		17:00	10:45	18:00
Velocidad media	m/s	0.187	0.408	0.471
Caudal	m3/s	0.177	0.310	0.415
Altura escala	m			
pH	upH	8.809	8.515	8.501
pH	mV	-103.0	-87.4	-87.4
Temperatura	°C	18.6	19.6	23.0
Conductividad	uS/cm	603	610	769
Salinidad	Sal	0.2	0.2	0.3
Temperatura	°C	18.5	19.5	23.0
Oxígeno Disuelto	mg/l	8.32	8.78	7.81
Saturación	%	97.3	103.7	98.3
Temperatura	°C	18.4	19.5	22.9
Turbiedad	NTU	4.1	5.0	21.8

Los valores de pH registrados son básicos, disminuyendo ligeramente hacia aguas abajo. Por el contrario, la conductividad aumenta en su trayectoria hacia aguas abajo. Se observó una alta saturación de oxígeno en los tres lugares alrededor del 100%. La turbiedad va aumentando ligeramente a medida que avanza hacia el embalse Itiyuro.

Río Caraparí– Caraparí Itiyuro 1 (ID 362):

El muestreo se realizó aguas arriba del cruce del camino de tierra aguas debajo de la comunidad de Caraparí, se tomaron muestra de aguas.



Fotografía N° 25- Río Caraparí – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía N° 26- Río Carapari – aguas abajo del lugar de muestreo

Río Carapari– Carapari Itiyuro 2 (ID 363):

El muestreo de aguas se realizó en el límite entre Argentina y Bolivia.



Fotografía N° 27- Río Carapari – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía N° 28- Río Carapari – aguas abajo del lugar de muestreo

Río Carapari– Carapari Itiyuro 3 (ID 364):

El muestreo se realizó aguas arriba de la toma de agua hacia el reservorio Itiyuro.



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



Fotografía N° 29- Río Caraparí – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía N° 30- Río Caraparí aguas abajo zona de muestreo – Obra de toma

Síntesis

Los resultados de las muestras de agua tomadas durante la primera campaña intensiva coinciden con los rangos obtenidos en años anteriores con excepción del pH en El Puente (nuevo valor máximo), en Tacobamba (nuevo valor mínimo). En esta campaña se observaron condiciones típicas del inicio de la época de seca, con conductividades medias, y turbiedad baja a media.

En general, los valores de pH del río Pilcomayo varían de ligeramente alcalinos a alcalinos. En esta oportunidad en las condiciones de transición a la época seca, mantienen estas características con excepción de Colavi que muestra pH ácido (característico de este río).

La conductividad en algunos ríos se mantiene todavía baja en las subcuencas Tarapaya y Tacobamba al igual que en la cuenca principal desde Talula hasta Misión La Paz/Pozo Hondo, mientras que en la subcuenca de El Puente y Palca Grande presentan valores mayores a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En esta campaña, si bien, la mayoría de los ríos en la cuenca alta presentan características de ríos de montaña con porcentajes de saturación de oxígeno próximas al 100%, Tarapaya y Misión La Paz/Pozo Hondo son menores, el primero por la influencia de la actividad antrópica y el segundo por las condiciones topográficas de la región.

Con respecto a la subcuenca Caraparí Itiyuro los parámetros in situ medidos son muy similares en pH, conductividad, oxígeno disuelto y turbiedad cerca de la comunidad de Caraparí y en el límite



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

entre Argentina y Bolivia, aumentando ligeramente la conductividad y turbiedad a la entrada del embalse.