



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

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

En el presente informe se presentan los valores medidos in situ en la primera campaña extensiva de calidad de aguas y sedimentos desarrollada entre los meses de febrero, marzo y abril 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	5
SUBCUENCA TUMUSLA	6
Río Tumusla – Tumusla (ID 018):.....	8
Río Cotagaita – Cotagaita (ID 021):.....	9
Río Tumusla – Palca Grande (ID 005):.....	11
SUBCUENCA SAN JUAN DEL ORO	12
Río Orosmayo – Liviara (ID 026):	15
Río Tupiza – Tupiza - La Angostura (ID 024):.....	15
Río San Juan del Oro – Chuquiago (ID 025):.....	16
Río La Quiaca – La Quiaca (ID 010):	17
Río San Juan del Oro – El Puente (ID 009):.....	18
SUBCUENCA CAMBLAYA - PILAYA	19
Río Pilaya – San Josecito (ID 027):	19
SUBCUENCA TARAPAYA	22
Río de la Ribera – Nacientes (ID 041):	24
Río Aljamayu – San Antonio Potosí (ID 022):	25
Río Tarapaya – Tarapaya (ID 016):.....	26
SUBCUENCA TACOBAMBA	28
Río Colavi – Colavi (ID 063):	30
Río Tacobamba – Antes de su confluencia al Pilcomayo (ID 297):.....	31
CUENCA ALTA DEL RÍO PILCOMAYO	33
Río Pilcomayo – Yocalla (ID 017):	36
Río Pilcomayo – Agua Arriba confluencia Pilcomayo – Tacobamba (ID 296):	37
Río Pilcomayo – Talula (ID 078):.....	38
Río Pilcomayo – Puente Méndez (ID 023):.....	40
Río Pilcomayo – Viña Quemada (ID 007):	41
Río Pilcomayo – Puente Aruma (ID 019):.....	42
Río Pilcomayo – Villa Montes (ID 006):.....	43
Río Pilcomayo – Misión la Paz/Pozo Hondo (ID 003):	44
CUENCA BAJA DEL RÍO PILCOMAYO	46
Río Pilcomayo – María Cristina (ID 028):	49
Canal Argentino – El Potrillo (ID 014):	50
Bañado La Estrella - Ruta 28-Vertedero (ID 015):.....	51
Canal Paraguayo Pilcomayo – Canal Meyer Sitio 1 (ID 340):	52
Canal Paraguayo Pilcomayo – El Solitario (ID 348):.....	53
Canal Paraguayo Pilcomayo – Agropil (ID 345):	55
Canal Paraguayo Pilcomayo – Hacienda 9 de junio (ID 344):.....	55
Canal Paraguayo Pilcomayo – Gral. Díaz (ID 043):	57
Argentina	57
<i>Riacho Porteño -Salida Laguna Salada (ID 034):</i>	60
<i>Riacho Porteño – Clorinda (ID 036):</i>	61
<i>Río Montelindo – Ruta 95 (ID 033):</i>	62
<i>Río Montelindo – Ruta 11 (ID 035):</i>	63
Paraguay	64
<i>Río Pilcomayo – Gral. Briguez (ID 031):</i>	68
<i>Río Pilcomayo – Puente Loyola (ID 032):</i>	69
<i>Río Confuso – Cadete Pando (ID 042):</i>	70
<i>Río Confuso – Villa Hayes (ID 037):</i>	71
<i>Bañado Las Garzas (ID 249):</i>	72
<i>Río Montelindo – Hacienda Santa Ana (ID 346):</i>	72
<i>Río Montelindo – Ruta 9 (ID 039):</i>	73
<i>Río Negro – Tinfunke (ID 347):</i>	74
<i>Río Negro – Ruta 9 (ID 038):</i>	75
<i>Río Verde – Ruta 9 (ID 040):</i>	75
SÍNTESIS	76



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 Extensiva de Monitoreo de Calidad de Aguas y Sedimentos – Año 2024**, desarrollada entre los meses de febrero, marzo y abril de 2024. Las muestras de agua recolectadas fueron remitidas a los laboratorios SGLAB, CEANID de Bolivia y FACEN de Paraguay para su análisis físico químico, siendo estas 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 las muestras 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 referente a las muestras de sedimentos, fueron tomadas en las orillas del río donde se observaba una reciente deposición de estos. Los parámetros físicos químicos serán analizados en el 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.

En referencia al análisis de metales pesados todas las muestras se analizan en el 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 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.



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

Puntos de Monitoreo

En las imágenes a continuación se observa la ubicación de muestreos cuyos resultados analíticos se incluyen en el presente informe, asimismo en la tabla se especifican las coordenadas de ubicación de cada estación.

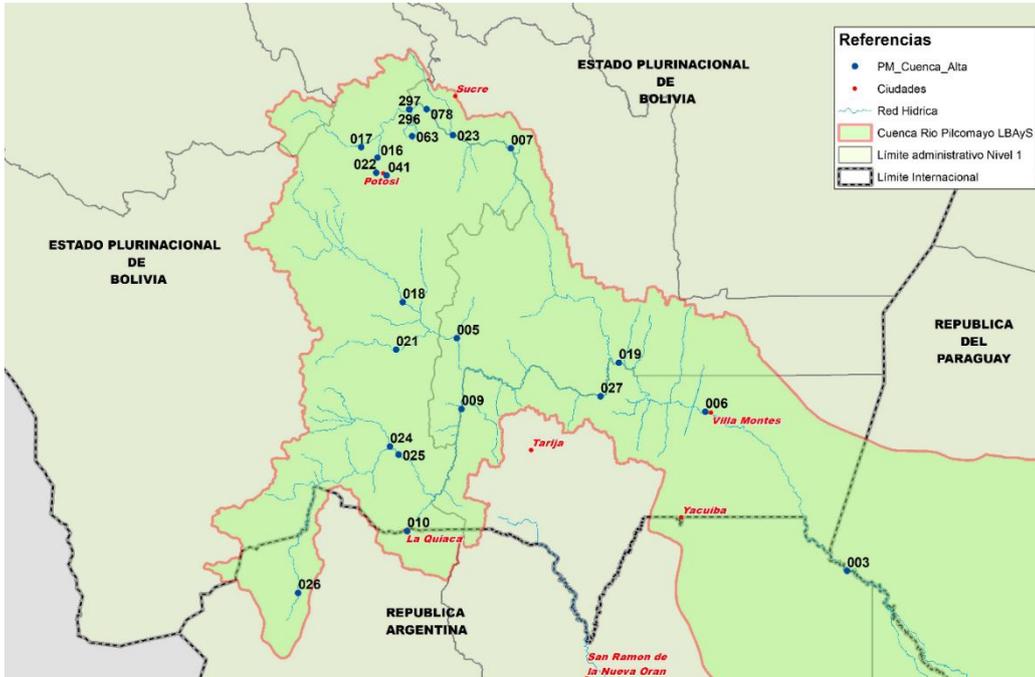


Imagen N° 1 – Puntos De monitoreo campaña extensiva – Cuenca alta.

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

Tabla 1 – Puntos de monitoreo campaña extensiva cueca alta – ID

N°	Estación	País	ID
1	Naciente de la Ribera	Bo	041
2	Tumusla	Bo	018
3	Cotagaita	Bo	021
4	Palca Grande	Bo	005
5	San Antonio	Bo	022
6	Tarapaya	Bo	016
7	Yocalla	Bo	017
8	Colavi	Bo	063
9	Tacobamba	Bo	297
10	Pilcomayo/Tacobamba	Bo	296
11	Talula	Bo	078
12	Puente Méndez	Bo	023
13	Viña Quemada	Bo	007
14	Tupiza	Bo	024
15	Chuquiago	Bo	025
16	Liviara	Ar	026
17	La Quiaca	Ar/Bo	010
18	El Puente	Bo	009
19	San Josecito	Bo	027
20	Puente Aruma	Bo	019
21	Villa Montes	Bo	006
22	Misión La Paz/Pozo Hondo	Ar/Py	003



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

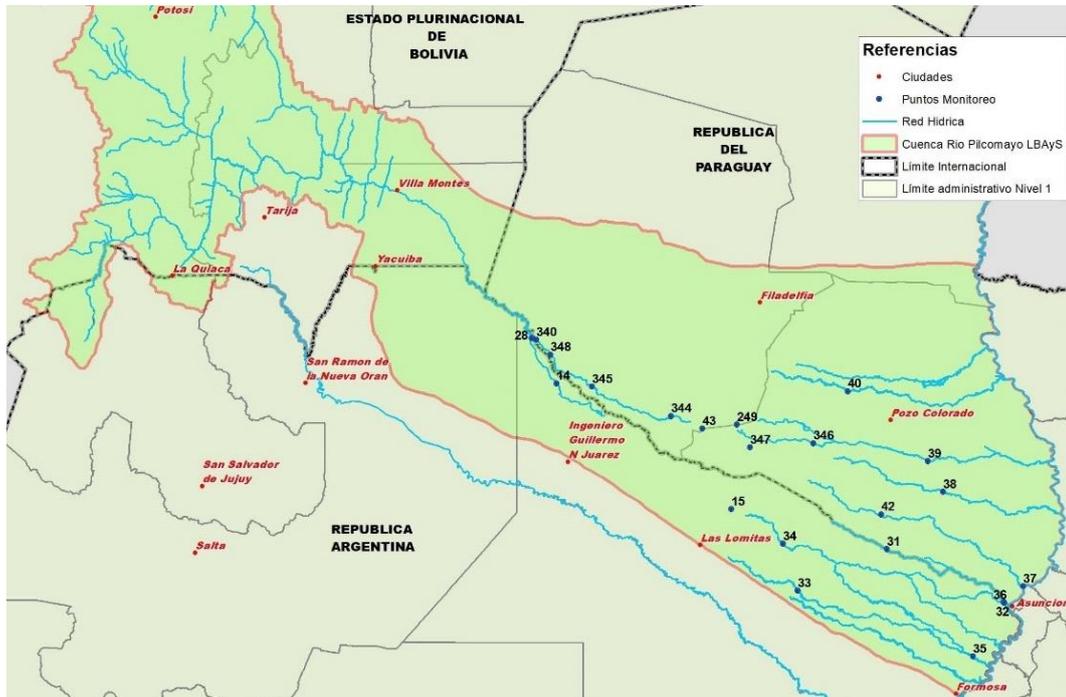


Imagen N° 2 – Puntos De monitoreo campaña extensiva – Cuenca baja

En la tabla a continuación se presenta el código de identificación y las coordenadas de los puntos de monitoreo en la cuenca baja.

Tabla 2 – Puntos de monitoreo campaña extensiva cueca baja – ID

N°	Estación	País	ID
1	Canal Meyer-Sitio 1	Py	340
2	María Cristina	Arg/Py	028
3	El Solitario	Py	348
4	Agropil	Py	345
5	El Potrillo	Arg	014
6	Bañado La Estrella	Arg	015
7	General Briguez	Py	031
8	Puente Loyola	Ar/Py	032
9	Montelindo en R95	Arg	033
10	Salida Laguna Salada	Arg	034
11	Montelindo en R11	Arg	035
12	Clorinda	Arg	036
13	Villa Hayes	Py	037
14	Negro en R09	Py	038
15	Montelindo en R09	Py	039
16	Verde en R09	Py	040
17	9 de junio	Py	344
18	General Díaz	Py	043
19	Montelindo en Santa Ana	Py	346
20	Bañado Las Garzas	Py	249
21	Cadete Pando	Py	042
22	Tinfunke	Py	347

A efectos de una mejor visualización e identificación de los puntos de monitoreo incluidos en la campaña extensiva de calidad de aguas que realiza la Dirección Ejecutiva se ha creado un mapa interactivo en el cual se identifican por ID y nombre cada uno de los puntos de monitoreo que integran la campaña. Este mapa es 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.



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



Imagen N° 3 – Acceso a mapa interactivo

De los 44 puntos previstos de toma, no se tomaron muestras en los siguientes lugares: Bañado Las Garzas, Cadete Pando, donde el lecho del río estaba seco; y con charcos de agua detenida se encontraban Montelindo en Santa Ana, Río Verde en R09 y Negro en R09 (total 5).

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 (%)

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.



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

Subcuenca Tumusla

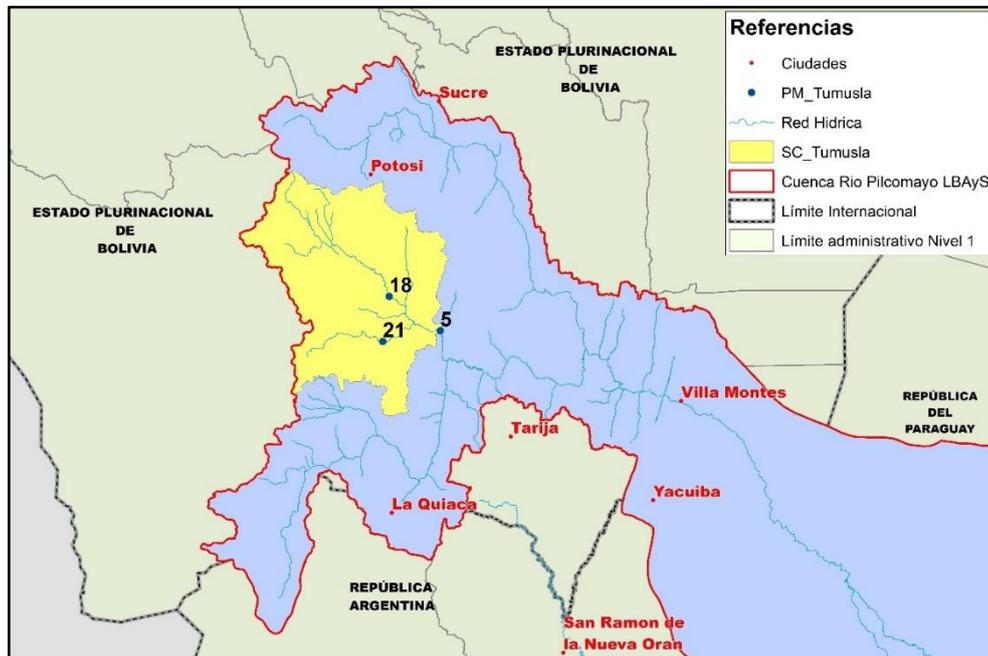


Imagen N° 4 – Subcuenca Tumusla

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

Tabla 3 – Datos de estaciones y valores registrados “in situ” - subcuenca Tumusla

Estación		Tumusla	Cotagaita	Palca Grande
Curso de agua		Tumusla	Cotagaita	Tumusla
ID Estación		018	021	005
Coordenadas				
Latitud (S)		20 29 13.2	20 49 15.87	20 44 32.41
Longitud (O)		65 37 3.73	65 39 57.9	65 14 25.67
Altura	msnm	2593	2651	2344
		534.6	525.9	639.8
Fecha		27/2/2024	28/2/2024	20/2/2024
Hora		16:05	09:30	15:05
Velocidad media	m/s			
Caudal	m3/s			
Altura escala	m	0.90	0.66	2.37
pH	upH	8.44	6.37	7.85
pH	mV	-71.1	26.35	-54.9
Temperatura	°C	22.35	16.30	21.6
Conductividad	uS/cm	660	770	680
Salinidad	Sal	0.3	0.3	0.3
Temperatura	°C	22.3	16.3	21.5
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.31	6.99	6.24
Saturación	%	99.7	97.5	94.15
Temperatura	°C	22.2	16.2	21.4
Turbiedad	NTU	>1100	>1100	>1100

En esta oportunidad el muestreo se realizó en condiciones de aguas altas que se reflejan principalmente en una baja conductividad. Mientras que el pH varía de ligeramente básico (Tumusla)



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

a ligeramente ácido (Cotagaita) y turbiedad elevada producto de la erosión de márgenes por de las precipitaciones y el propio transporte de sedimentos del curso de agua.

A efectos de una correcta interpretación del cuadro a continuación se realiza la siguiente aclaración: 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	756.5	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

En comparación con los datos históricos, tenemos que si bien las conductividades registradas son menores que la mediana o el percentil 25 (en Tumusla y Palca Grande) que indicaría condiciones de aguas altas que a su vez condicionan también pH bajos, en el caso del pH del río Tumusla (en Tumusla) registró un pH entre el máximo y el percentil 75 que podría indicar una buena capacidad buffer que limitaría los cambios de pH producidos por el agua de lluvia.

Tabla 4 – Resumen estadístico subcuenca Tumusla (2007 – 2023)

Estación	Tumusla			Cotagaita			Palca Grande		
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)	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	7.56	447	58.8
Percentil 25	8.05	657	75.4	7.7	1526.0	73.05	8.194	1050.5	80.6
Mediana	8.265	704	93.7	7.92	1655.5	96.65	8.359	1174.5	95.9
Percentil 75	8.37	756.5	101.7	8.105	1756.5	102.55	8.45	1300	103
Máximo	8.58	878	107.7	8.347	1883.0	112.5	9.05	1484	124.9
Promedio	8.23	700.14	90.06	7.84	1592.86	89.47	8.32	1134.88	92.05
Desv. Standar	0.21	110.23	14.19	0.41	269.28	15.55	0.25	229.08	14.76
N° de muestras	22	22	22	22	22	22	60	60	54



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

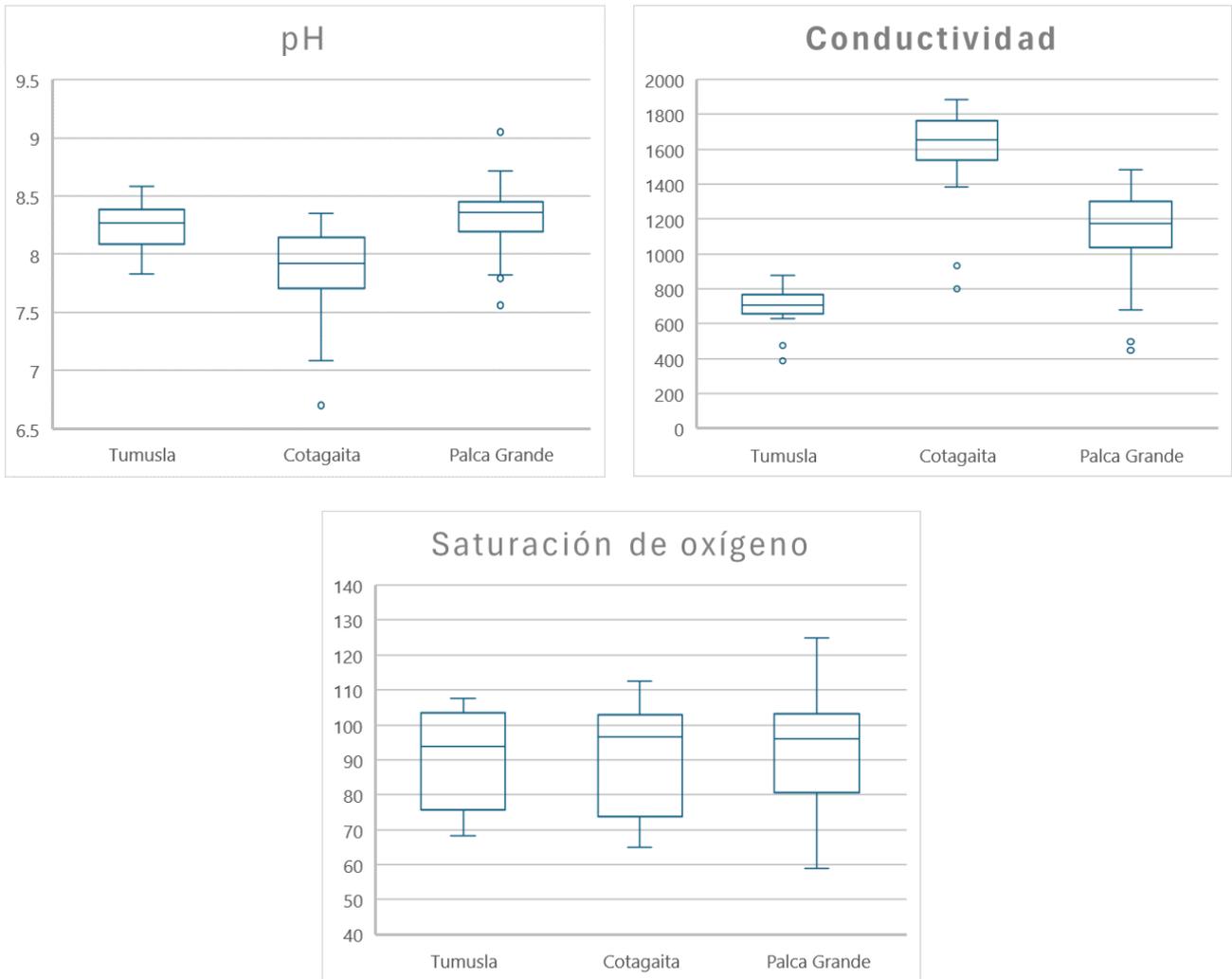


Figura 1. Valores históricos subcuenca Tumusla de pH, conductividad y Saturación de oxígeno

Como puede observarse en los gráficos *box whiskers*, en general Cotagaita presenta valores de pH menores que Tumusla y Palca Grande, lo que se mantiene en las mediciones de esta campaña. Así también los registros se mantienen entre las variaciones históricas donde la conductividad es mayor en Cotagaita, seguida de Palca Grande y ligeramente menor en Tumusla. Con respecto al oxígeno disuelto, la saturación de oxígeno es muy similar en los tres puntos porque las tres zonas presentan topografías similares que producen flujos turbulentos.

Río Tumusla – Tumusla (ID 018):

El muestreo se realizó aguas abajo del puente carretero, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río. Se tomó muestra de sedimentos de margen derecha.

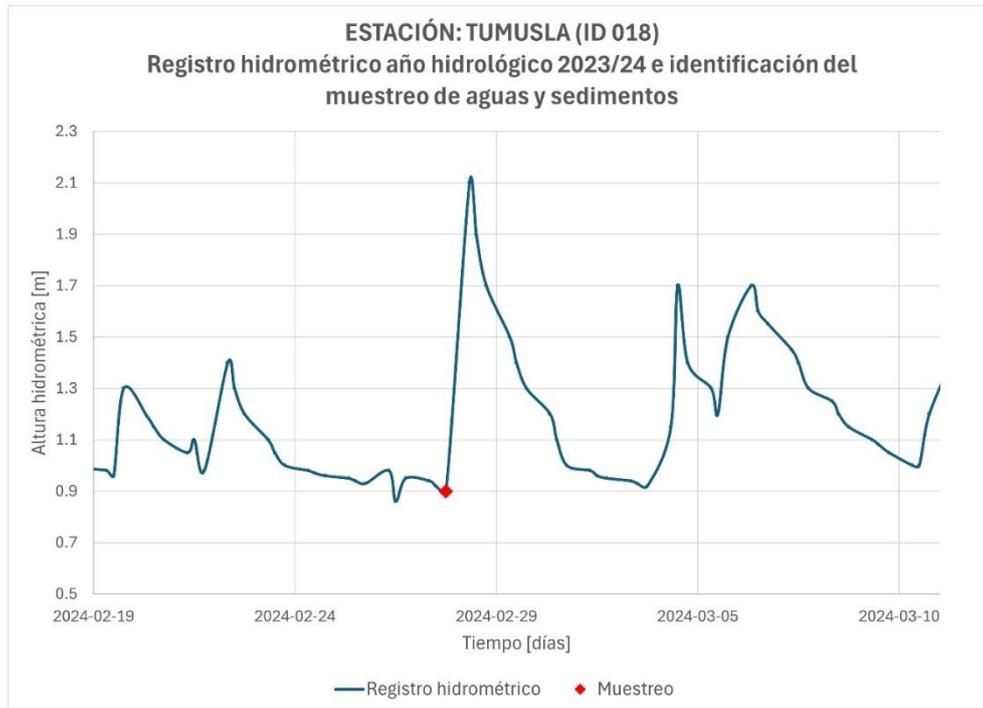


Figura 2. Altura hidrométrica - Río Tumusla en Tumusla



Fotografía 1 - Río Tumusla en Tumusla – toma de muestras de sedimentos margen derecha

Río Cotagaita – Cotagaita (ID 021):

El muestreo se realizó aguas desde el puente carretero porque el río se encontraba en crecida por lo que no se realizó el aforo líquido correspondiente, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.



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



Fotografía 2 - Río Cotagaita en Cotagaita – Aguas arriba del puente carretero



Fotografía 3 - Río Cotagaita en Cotagaita – Aguas abajo del puente carretero

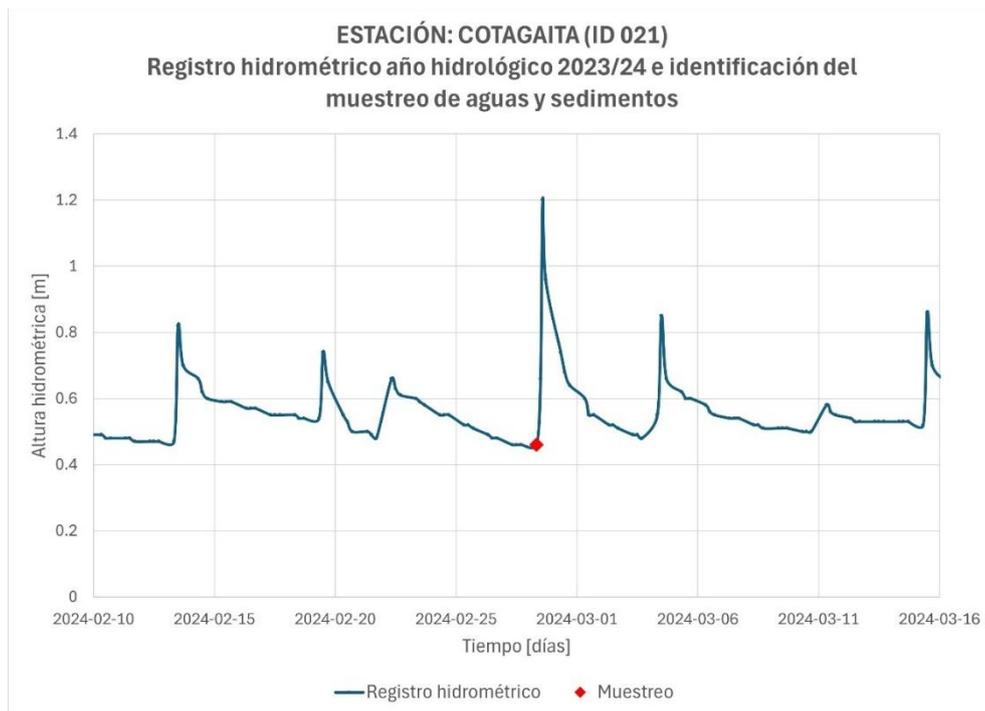


Figura 3. Altura hidrométrica - Río Cotagaita en Cotagaita

Río Tumusla – Palca Grande (ID 005):

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

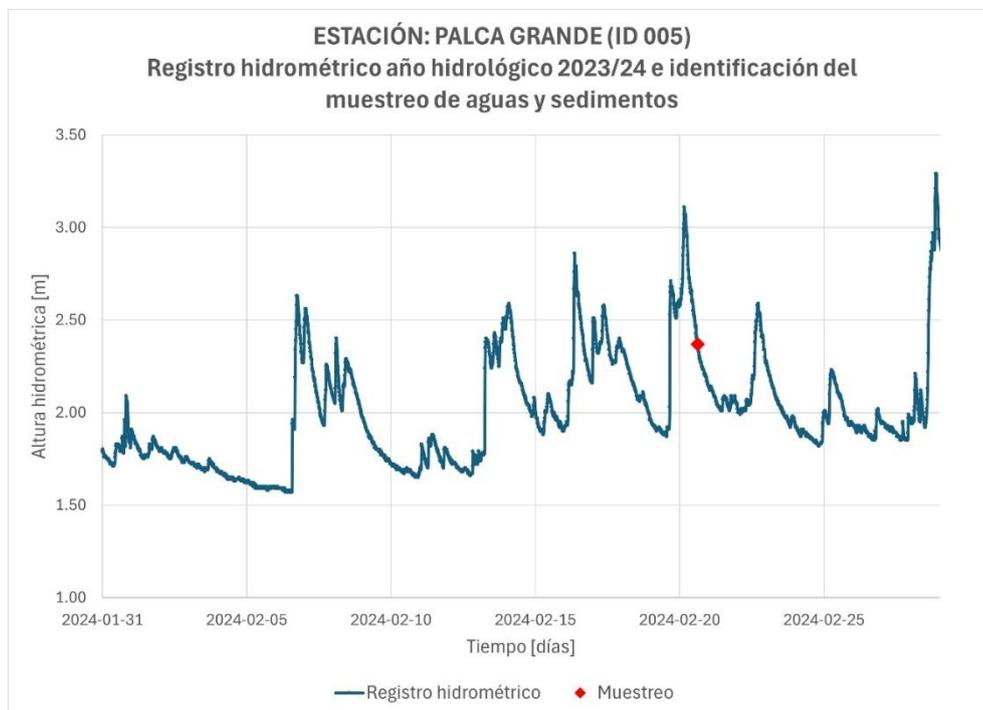


Figura 4. Altura hidrométrica - Río Tumusla en Palca Grande



Fotografía 4 - Río Tumusla en Palca Grande – aguas arriba del puente carretero



Fotografía 5 - Río Tumusla en Palca Grande – aguas abajo del puente carretero



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

Subcuenca San Juan del Oro

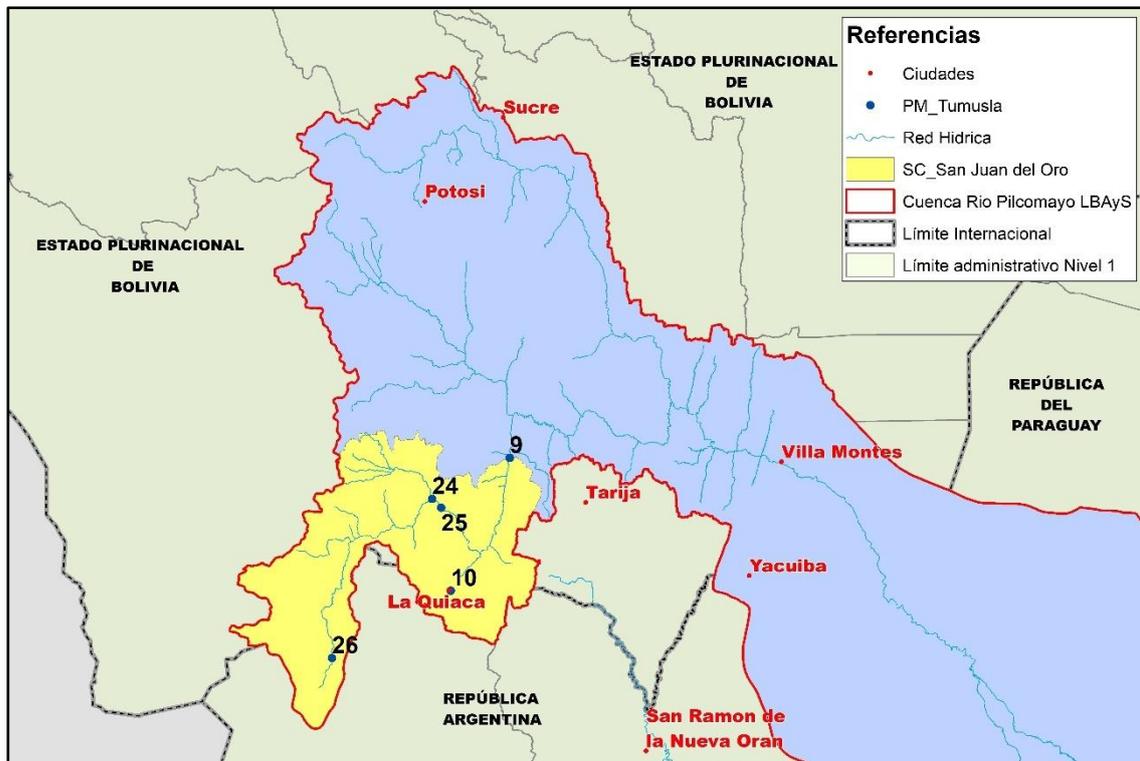


Imagen N° 5 – Puntos de monitoreo Subcuenca San Juan del Oro – Cuenca Alta

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

Tabla 5 – Datos de estaciones y valores registrados “in situ” - subcuenca San Juan del Oro

Estación		Tupiza-La Angostura	Chuquiago	Liviara	La Quiaca	El Puente
Curso de agua		Tupiza	San Juan del Oro	Río Orosmayo	La Quiaca	San Juan del Oro
ID Estación		024	025	026	010	009
Coordenadas						
Latitud (S)		21 28 9.11	21 33 41.01	22 31 47.84	22 5 51,70	21 14 21.66
Longitud (O)		65 42 53.17	65 38 51.89	66 20 57.48	65 35 9.46	65 12 32.67
Altura	msnm	2938	2853	3864	3420	2447
Fecha		28/2/2024	28/2/2024	29/2/2024	29/2/2024	20/2/2024
Hora		13:40	15:30	09:50	15:05	12:25
Velocidad media	m/s				0.859	
Caudal	m3/s				0.402	
Altura escala	m	-	2.60	-	-	2.03
pH	upH	7.929	7.98	8.125	7.87	8.04
pH	mV	-59.5	-62.15	-67.5	-56.95	-65.7
Temperatura	°C	22.2	20.90	10.3	27.1	21.0
Conductividad	uS/cm	555	500	437	889.5	593
Salinidad	Sal	0.2	0.2	0.1	0.4	0.2
Temperatura	°C	22.1	20.8	10.2	27.0	20.9
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.09	6.13	7.10	2.61	6.55
Saturación	%	99.6	97.0	100.0	50.2	97.4
Temperatura	°C	22.1	20.8	10.1	26.95	20.8
Turbiedad	NTU	>100	>1100	846	73.0	>1100



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

Con excepción del río de La Quiaca, los demás ríos estaban en crecida por lo que no se pudieron realizar los aforos líquidos en dichos puntos de muestreo. Estas condiciones de crecida se reflejan en los valores bajos de conductividad y saturación elevada salvo en el río La Quiaca, así también por estas mismas condiciones el pH registró valores ligeramente básicos. En la Quiaca se registró saturación de oxígeno baja por estar constituido básicamente de aguas residuales domésticas provenientes de las ciudades de La Quiaca y Villazón, razón por la cual se caracteriza también por la deposición de lodos orgánicos por lo que no se tomaron muestras de sedimentos en este punto.

Así también, en Liviana no se encontró sedimentos porque el río se encontraba en crecida llegando el agua a las orillas con vegetación. Se tomaron muestras de sedimentos en Tupiza, Chuquiago y El Puente.

Comparando con los datos históricos al tener condiciones de aguas altas en estos puntos, los valores registrados de conductividad se encuentran menores al percentil 25 con excepción de La Quiaca que tiene mayor influencia de las descargas líquidas cloacales de las ciudades de La Quiaca y Villazón.

Tabla 6 – Resumen estadístico subcuenca San Juan del Oro (2007 -2023)

Estación	La Angostura			Chuquiago			Liviana		
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)
Mínimo	7.36	554	41.3	7.47	452	69.0	4.38	463	51.6
Percentil 25	8.055	1410.5	72.3	8.16	963.5	76.9	8.1	647.5	74.5
Mediana	8.43	1500.5	87	8.352	1147	96.9	8.168	960.5	94.2
Percentil 75	8.6765	1577.5	97	8.578	1240	105.05	8.366	1062.5	104.8
Máximo	9.05	1708	162.9	8.9	1374	148.5	8.54	1699	108
Promedio	8.38	1419.27	96.31	8.35	1070.64	97.09	7.96	951.05	89.62
Desv. Standar	0.39	305.14	35.47	0.37	253.75	22.31	0.93	327.06	16.82
N° de muestras	22	22	19	22	22	22	20	20	20

Tabla 6 – Resumen estadístico subcuenca San Juan del Oro (2007 -2023) (continuación)

Parámetro	La Quiaca			El Puente		
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)
Mínimo	6.82	261	11.9	7.63	480.5	12.5
Percentil 25	7.963	632	41.1	8.19	1171	76.45
Mediana	8.339	886	54.9	8.305	1347	93.95
Percentil 75	8.55	969	63.6	8.42	1476	108.45
Máximo	8.82	1220	92.2	8.592	2530	186.5
Promedio	8.25	838.93	54.03	8.26	1355.74	94.4
Desv. Standar	0.45	277.67	18.26	0.23	397.64	26.94
N° de muestras	21	21	21	60	59	54



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

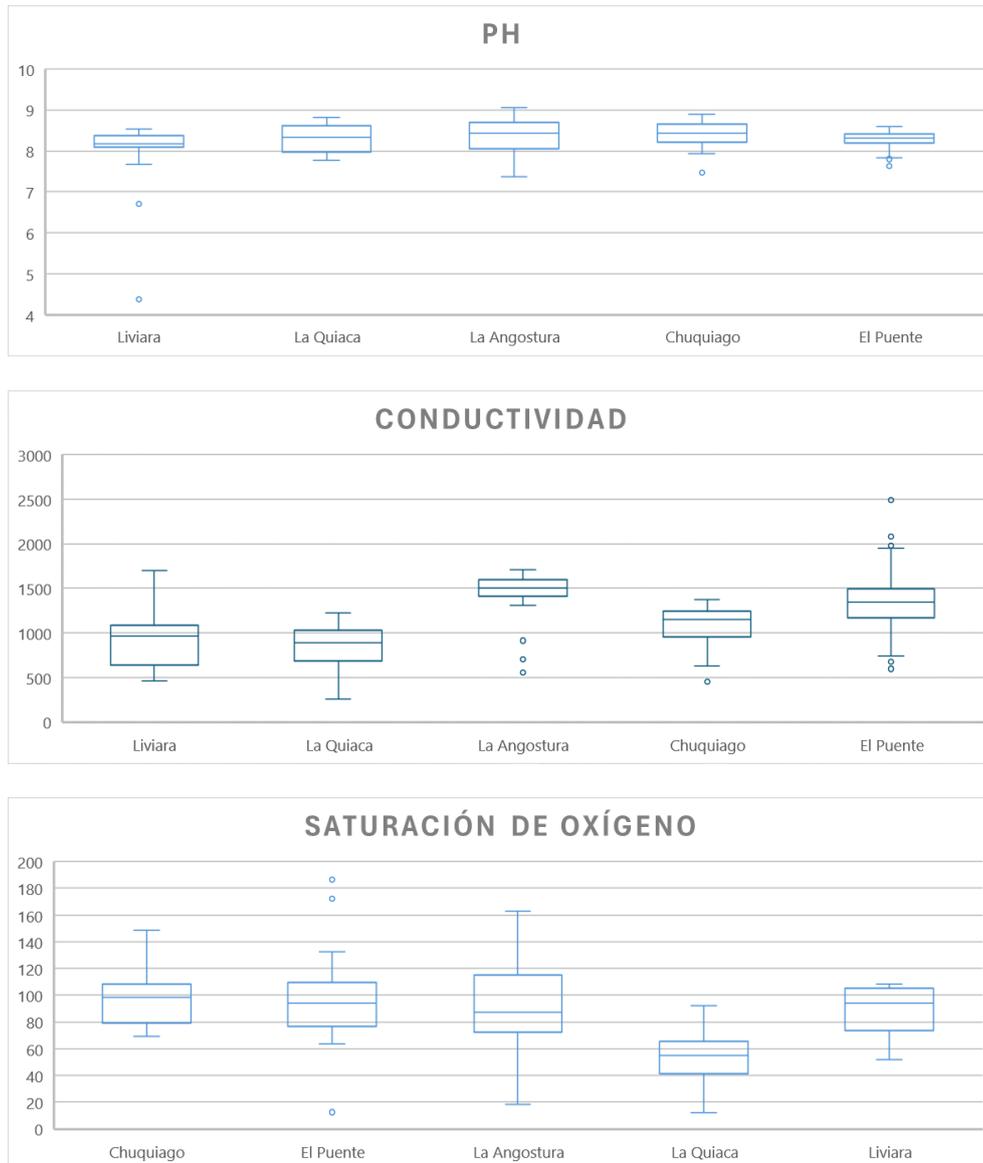


Figura 5. Valores históricos subcuenca San Juan del Oro de pH, conductividad y Saturación de oxígeno

Los puntos de monitoreo de la subcuenca San Juan de Oro presentan similitudes y diferencias en los parámetros medidos. Los valores de pH en general son mayores a 8 salvo algunas veces que en época de lluvia el río Liviara presentó valores ácidos, esto podría ser por la cercanía con las fuentes de explotación minera que pueden producir aguas ácidas por el drenaje ácido de mina o roca. Respecto a la conductividad, se observa que el río Tupiza (La Angostura) es el que muestra valores ligeramente superiores que luego de su unión con el río San Juan del Oro en Chuquiago sufren una disminución por la mezcla con este último.

En Liviara y La Quiaca la conductividad es menor que en Chuquiago por lo que desde esos lugares no aportan en gran medida iones a la cuenca. Si bien se observa un incremento en los valores de conductividad en El Puente, esto puede ser producido por los aportes de cursos de aguas que contengan mayor salinidad o también provocados por la disminución del caudal por lo que habría una concentración de los iones presentes.

Con respecto a la saturación de oxígeno por las altas pendientes de la cuenca los valores son superiores al 80% con medianas cercanas al 100% con excepción de La Quiaca, que como se mencionó anteriormente recibe las aguas residuales de las ciudades de La Quiaca y Villazón.



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

Río Orosmayo – Liviara (ID 026):

El muestreo de aguas se realizó después de pasar la comunidad de Liviara. No se tomaron sedimentos porque por la crecida del río el agua se encontraba en las orillas con vegetación y no había deposición de sedimentos.



Fotografía 6 - Río Orosmayo en Liviara– Filtración de las muestras para el análisis de metales disueltos

Río Tupiza – Tupiza - La Angostura (ID 024):

El muestreo se realizó desde el puente peatonal aguas debajo de la ciudad de Tupiza porque el río se encontraba en crecida, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río. No se realizó el aforo líquido.



Fotografía 7 - Río Tupiza en Tupiza – Aguas arriba del puente peatonal



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



Fotografía 8 - Río Tupiza en Tupiza – Aguas abajo del puente peatonal

Río San Juan del Oro – Chuquiago (ID 025):

El muestreo se realizó a la altura del puente carretero, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.

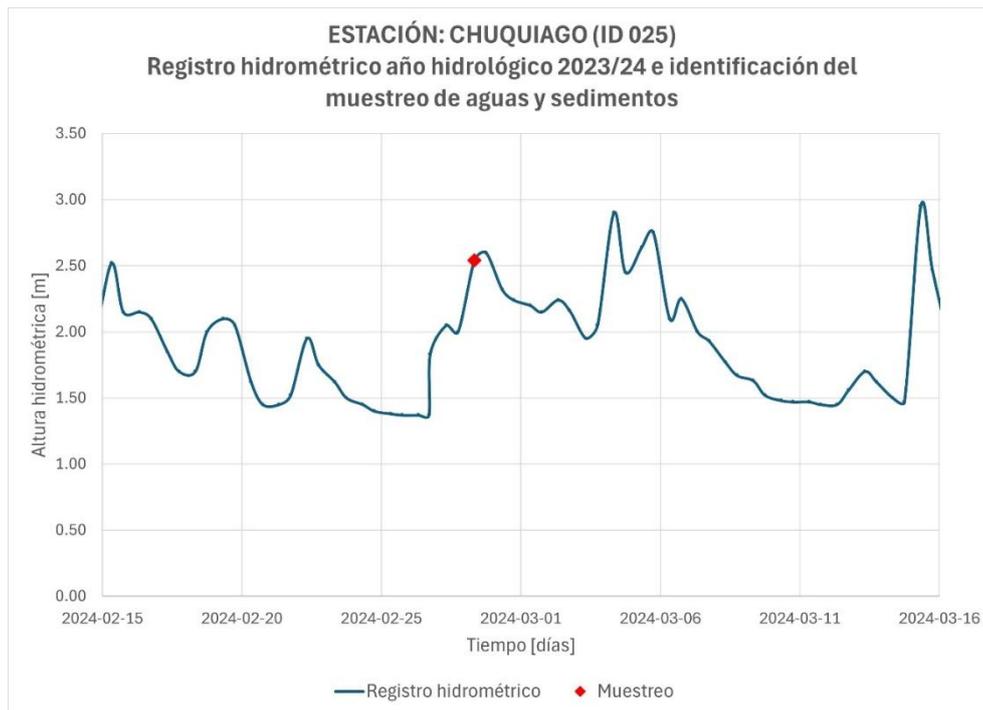


Figura 6. Altura hidrométrica - Río San Juan del Oro en Chuquiago



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



Fotografía 9 - Río San Juan del Oro en Chuquiago – aguas arriba del puente carretero



Fotografía 10 - Río San Juan del Oro en Chuquiago – aguas abajo del puente carretero

Río La Quiaca – La Quiaca (ID 010):

El muestreo se realizó después de la unión del río Toro Ara, se tomó muestra de agua. Se realizó el aforo líquido correspondiente mediante el método por vadeo.



Fotografía 11 - Río La Quiaca en La Quiaca/Villazón – aguas arriba del punto de muestreo



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



Fotografía 12 - Río La Quiaca en La Quiaca/Villazón – aguas abajo del punto de muestreo

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

El muestreo se realizó a la altura del puente carretero, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río. No se realizó el aforo líquido por las condiciones de crecida.

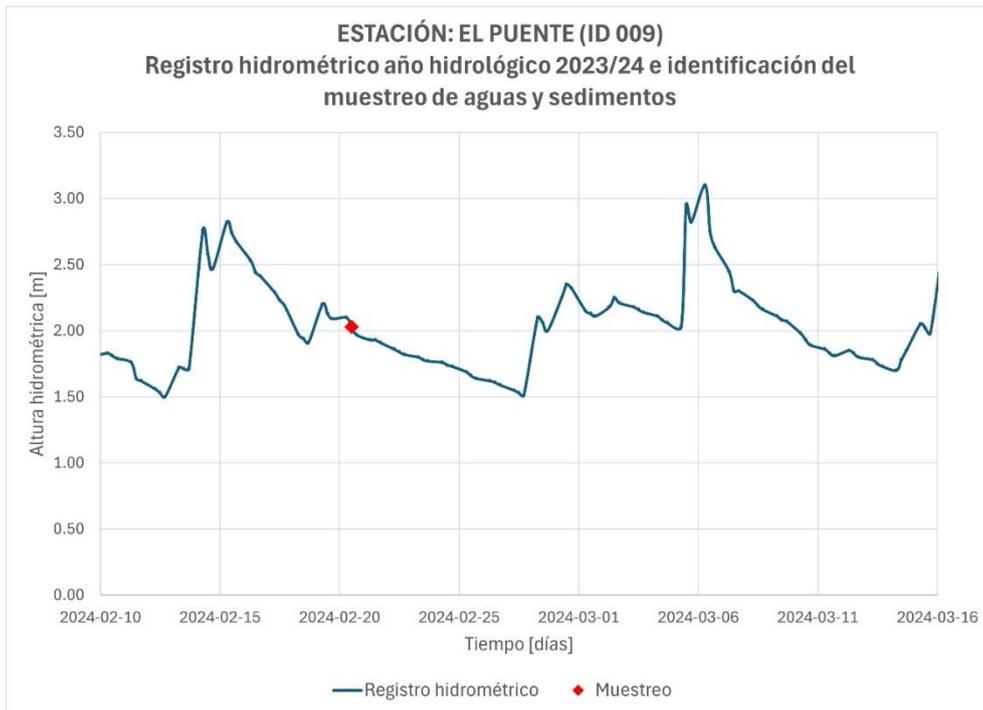


Figura 7. Altura hidrométrica - Río San Juan del Oro en El Puente



Fotografía 13 - Río San Juan del Oro en El Puente – aguas arriba del puente



Fotografía 14 - Río San Juan del Oro en El Puente – aguas abajo del puente

Subcuenca Camblaya - Pilaya

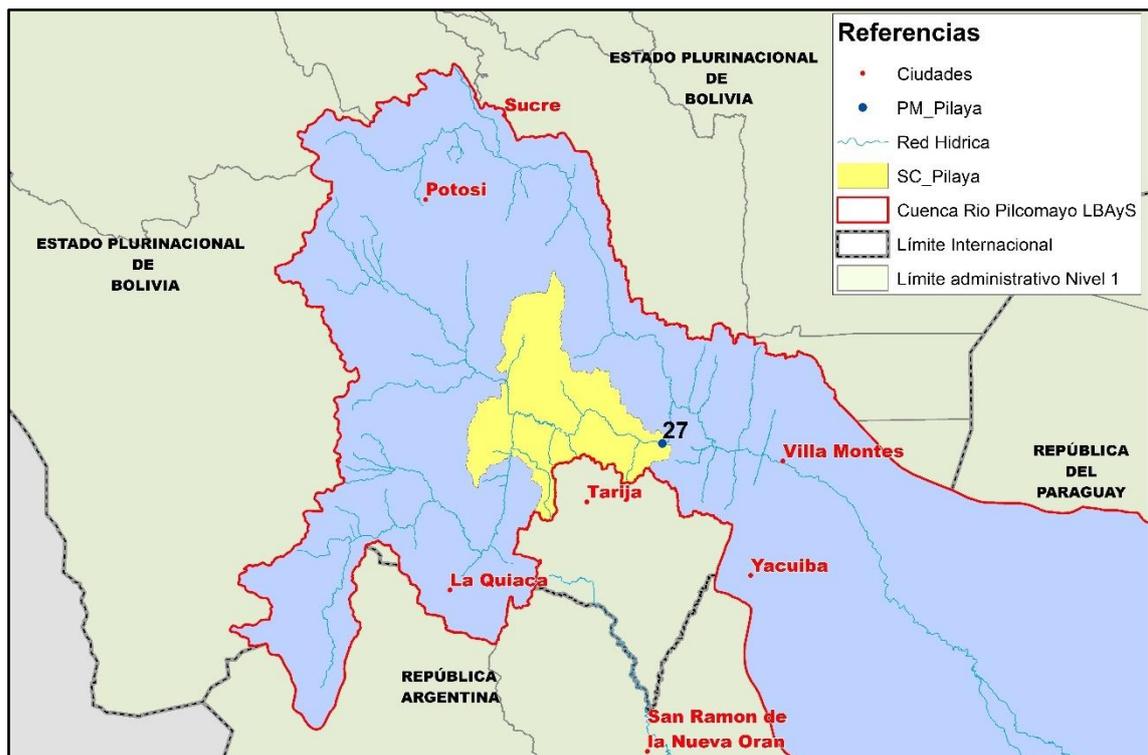


Imagen N° 6 – Puntos de monitoreo Subcuenca Camblaya - Pilaya

Río Pilaya – San Josecito (ID 027):

El muestreo se realizó después de pasar la comunidad de San Josecito, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río. No se realizó el aforo liquido por las condiciones de crecida.

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



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

Tabla 7 – Datos de estaciones y valores registrados “in situ” - Subcuenca Camblaya - Pilaya

Estación		San Josecito
Curso de agua		Pilaya
ID Estación		027
Coordenadas		
Latitud (S)		21 9 5.24
Longitud (O)		64 14 17.88
Altura	msnm	834
Fecha		19/2/2024
Hora		17:05
Velocidad media	m/s	
Caudal	m ³ /s	
Altura escala	m	3.96
pH	upH	7.96
pH	mV	-62.1
Temperatura	°C	24.5
Conductividad	uS/cm	361
Salinidad	Sal	0.1
Temperatura	°C	24.4
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.74
Saturación	%	102.7
Temperatura	°C	24.4
Turbiedad	NTU	>1100

El río Pilaya en San Josecito muestra condiciones de la época de aguas altas, con pH ligeramente alcalino menor al percentil 25 y conductividad baja, la menor obtenida a la fecha, con saturación alta muy cerca al percentil 75.

Tabla 8 – Resumen estadístico sucuenca Camblaya – Pilaya (2007 – 2023)

Estación	San Josecito		
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)
Mínimo	7.72	499	62
Percentil 25	8.13	662	74.25
Mediana	8.45	1100	99.6
Percentil 75	8.517	1205	103.4
Máximo	8.678	1384	111.8
Promedio	8.38	983.43	90.31
Desv. Est.	0.24	287.88	17.28
N° de muestras	21	21	20

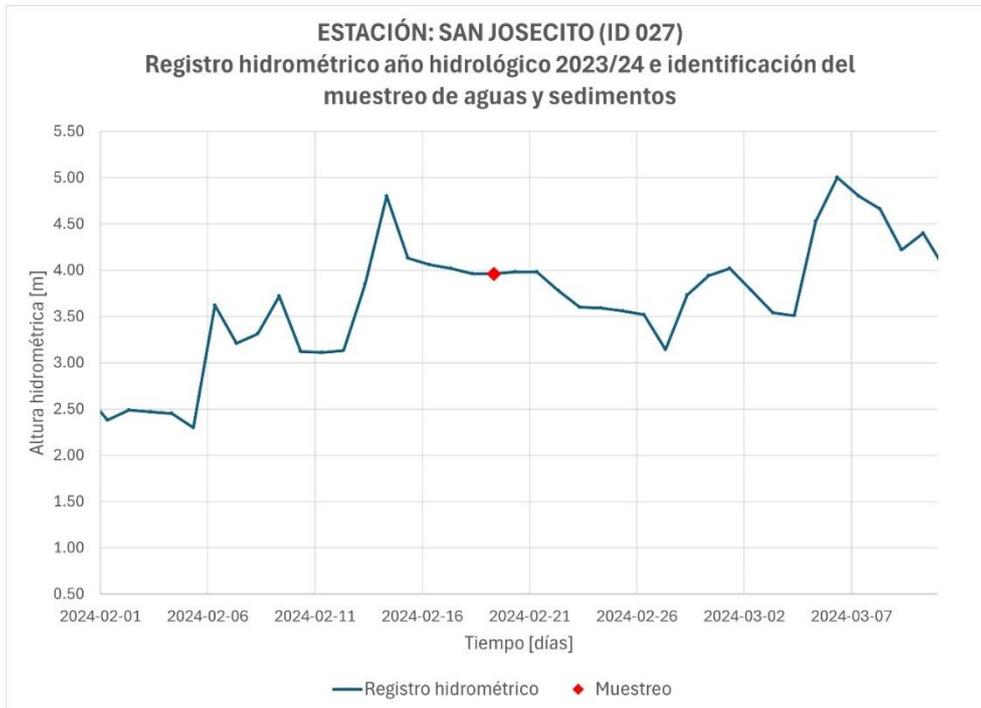


Figura 8. Altura hidrométrica - Río Pilaya en San Josecito



Fotografía 15 - Río Pilaya en San Josecito – aguas arriba de puente carretero



Fotografía 16 - Río Pilaya en San Josecito – aguas abajo puente carretero

Subcuenca Tarapaya

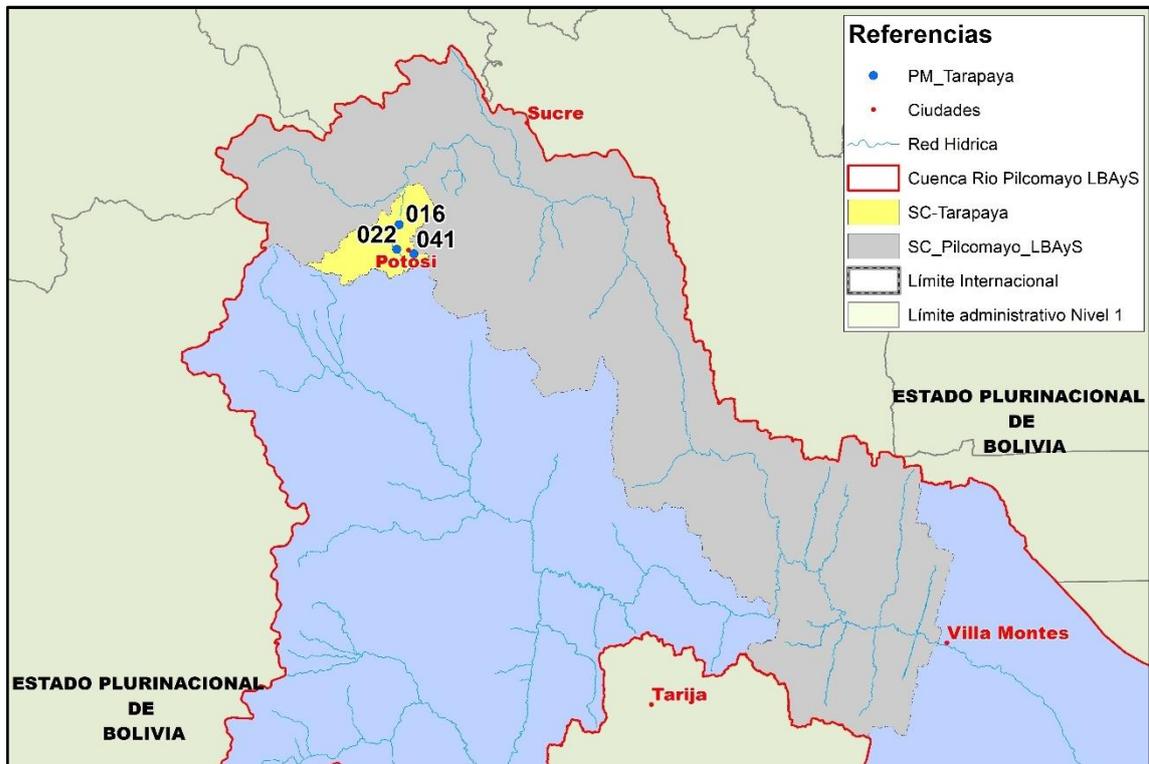


Imagen N° 7 – Puntos de monitoreo Subcuenca Tarapaya

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

Tabla 9 – Datos de estaciones y valores registrados “in situ” - subcuenca Tarapaya

Estación		Potosí - Naciente río La Ribera	San Antonio	Tarapaya
Curso de agua		La Ribera	Aljamayu	Tarapaya
ID Estación		041	022	016
Coordenadas				
Latitud (S)		19 35 51.48	19 34 41.41	19 28 18.50
Longitud (O)		65 43 52.73	65 48 12.20	65 47 39.68
Altura	msnm	4257	3578	3343
Fecha		22/2/2024	22/2/2024	22/2/2024
Hora		08:35	10:15	13:45
Velocidad media	m/s	0.300	1.405	1.632
Caudal	m ³ /s	0.005	1.416	4.737
Altura escala	m	-	-	0.48
pH	upH	7.80	5.950	7.165
pH	mV	-50.6	49.1	-17.2
Temperatura	°C	9.6	18.2	21.1
Conductividad	uS/cm	269	1380	723
Salinidad	Sal	0.0	0.65	0.3
Temperatura	°C	9.5	18.1	21.2
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.70	6.01	5.55
Saturación	%	98.1	98.2	94.4
Temperatura	°C	9.4	18.0	21.1
Turbiedad	NTU	3.47	824	802.2



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

El río de la ribera en sus nacientes presenta aguas con pH ligeramente básico. Luego de su paso por la ciudad de Potosí en la zona de San Antonio, ha recibido los afluentes que atraviesan la misma ciudad además de las aguas de las quebradas como ser Jayajmayu y Agua Dulce, presentando pH ácido producto principalmente de las aguas ácidas de roca y mina de la región, aguas abajo en Tarapaya se unen otros afluentes por lo que el pH pasa a la neutralidad como se constató ya en otras oportunidades.

En sus nacientes el río de la Ribera presenta conductividades bajas, que aumenta en San Antonio casi 5 veces más, para luego disminuir en Tarapaya casi a la mitad de este valor. Con respecto al oxígeno disuelto, los valores se mantienen en los tres puntos producto de la turbulencia generada por las pendientes de la región.

Si se compara con los valores históricos tenemos que los valores del pH en San Antonio y Tarapaya estaban debajo de la mediana mientras que la naciente de la Ribera se encontraba sobre el percentil 75. La conductividad registró valores por encima de la mediana con excepción de Tarapaya que se mostró menor al percentil 25. La concentración de oxígeno en los tres puntos mostró valores superiores al percentil 75. Estos valores muestran que las aguas de las nacientes no mostraron la influencia de las lluvias o no hubo lluvias en los días previos al muestreo, mientras que San Antonio el valor de pH ácido indicaría un incremento en las filtraciones que generan aguas ácidas de roca o mina lo que podría causar el incremento de conductividad que se observa

Tabla 10 – Resumen estadístico subcuenca Tarapaya (2007 -2023)

Estación	Naciente río La Ribera			San Antonio - Potosí			Tarapaya		
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)
Mínimo	6.68	101	40.6	4.68	832	53	6.2	329	45.5
Percentil 25	6.885	201	55.6	6.42	1250.5	65.2	6.79	730.5	71
Mediana	7.245	213.5	75.4	7.143	1348.0	77.2	7.195	917.5	79.9
Percentil 75	7.69	235.98	93	7.64	1429.0	94.2	7.594	1234.5	90.8
Máximo	8.974	342.0	100.6	8.47	1592.0	99.2	8.06	1917.0	99.4
Promedio	7.36	223.43	76.09	6.98	1308.83	78.8	7.21	994.98	80.4
Desv. Standard	0.54	46.56	19.77	0.98	179.6	16.35	0.48	333.48	12.58
N° de muestras	22	22	21	23	24	22	60	60	53

Si se observa los gráficos box whiskers de los tres puntos en los parámetros medidos, existe mayor variabilidad del pH en San Antonio por la influencia antrópica que recibe este punto, cuya influencia es menor en las nacientes y en Tarapaya. La conductividad en las nacientes no presenta variabilidad significativa por ser principalmente filtraciones de la laguna de San Idelfonso con baja actividad antrópica, sin embargo, tanto San Antonio como Tarapaya presentan valores mayores de conductividad, el primero producto principalmente la unión de agua ácidas de mina o roca con aguas básicas provenientes de los ingenios con alta disponibilidad de metales en suspensión (que pueden disolverse en condiciones ácidas). El aporte de cursos de agua entre San Antonio y Tarapaya disminuye la conductividad y por lo tanto aumenta la variabilidad especialmente en aguas altas. En lo referente a la saturación de oxígeno al igual que en otros lugares, las pendientes de la zona favorecen una alta saturación de oxígeno similar entre los tres lugares, a pesar de que en San Antonio se presentan un alto contenido de aguas residuales domésticas.



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

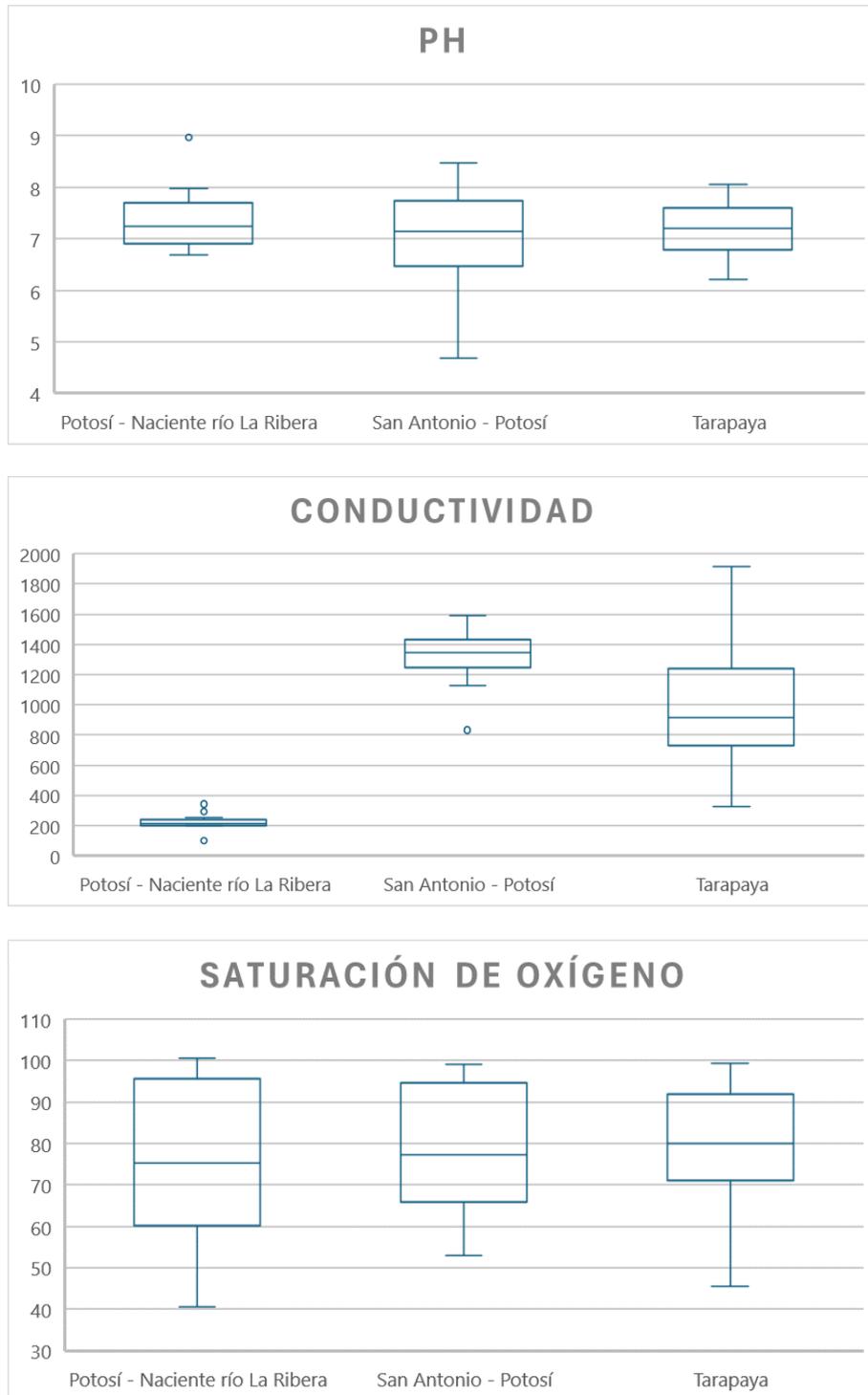


Figura 9. Valores históricos subcuenca Tarapaya de pH, conductividad y Saturación de oxígeno

Río de la Ribera – Nacientes (ID 041):

La muestra de aguas se tomó de las filtraciones de la Laguna San Idelfonso que dan origen al río de la Ribera. Se realizó el aforo líquido correspondiente.

Por las características del lugar de monitoreo, al tratarse de aguas que se originan por filtraciones de la Laguna San Idelfonso, no se observan variaciones estacionales, y los valores leídos son similares a las medianas de los parámetros medidos en oportunidades anteriores.



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



Fotografía 17 - Nacientes de la Ribera – Medición con sonda Eureka



Fotografía 18 - Nacientes de la Ribera – aforo líquido

Río Aljamayu – San Antonio Potosí (ID 022):

El muestreo se realizó en la zona de San Antonio de la ciudad de Potosí, luego de la confluencia del río Agua Dulce y de la Ribera, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río. Se realizó el aforo líquido correspondiente mediante el método de vadeo.



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



Fotografía 19 - Río Aljamayu en San Antonio (Potosí) – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía 20 - Río Aljamayu en San Antonio (Potosí) – aguas abajo del lugar de muestreo

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. Se realizó el aforo líquido correspondiente mediante el método de vadeo.



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



Fotografía 21 - Río Tarapaya en Tarapaya – margen derecha de toma de muestra de sedimentos



Fotografía 22 - Río Tarapaya en Tarapaya – aguas abajo del punto de muestreo



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

Subcuenca Tacobamba

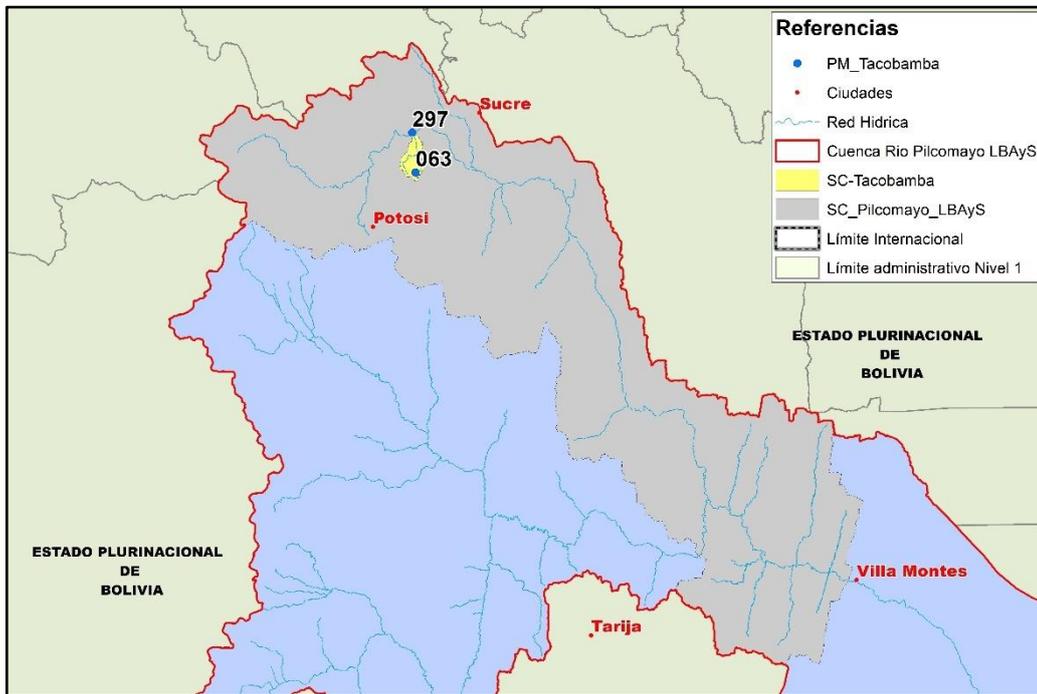


Imagen N° 8 – Puntos de monitoreo Subcuenca Tacobamba

Tabla 11 – Datos de estaciones y valores registrados “in situ” – subcuenca Tacobamba

Estación		Colavi	Tacobamba
Curso de agua		Canutillos	Tacobamba
ID Estación		063	297
Coordenadas			
Latitud (S)		19 19 16.72	19 12 28.9
Longitud (O)		65 33 6.78	65 33 12.2
Altura	msnm	3628	2953
Fecha		25/2/2024	21/2/2024
Hora		14:35	15:20
Velocidad media	m/s	0.534	
Caudal	m3/s	0.371	
Altura escala	m	-	
pH	upH	3.37	8.38
pH	mV	185.95	-83.7
Temperatura	°C	12.3	20.3
Conductividad	uS/cm	483.5	324
Salinidad	Sal	0.2	0.1
Temperatura	°C	12.2	20.3
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.12	6.34
Saturación	%	102.3	101.0
Temperatura	°C	12.2	20.2
Turbiedad	NTU	116.7	>1100

Ambos cursos de agua presentaban características de aguas altas, con conductividades menores al mínimo en Tacobamba y entre el percentil 75 al máximo en Colavi, este último valor relativamente alto puede explicarse por el pH que como en otras oportunidades, en Colavi, fue ácido siendo menor que

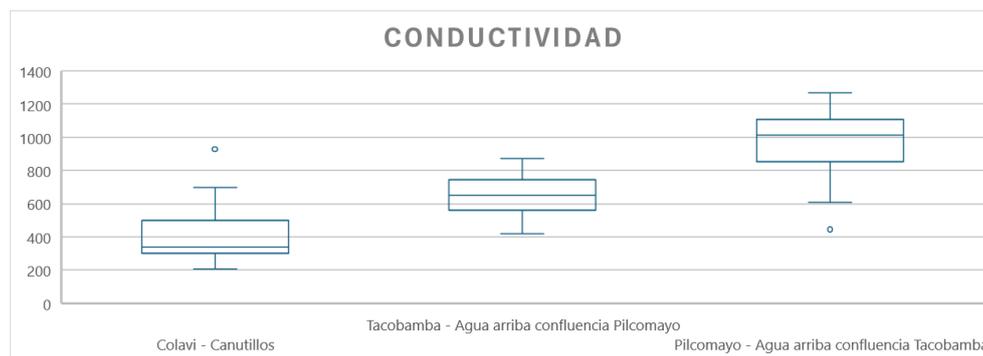
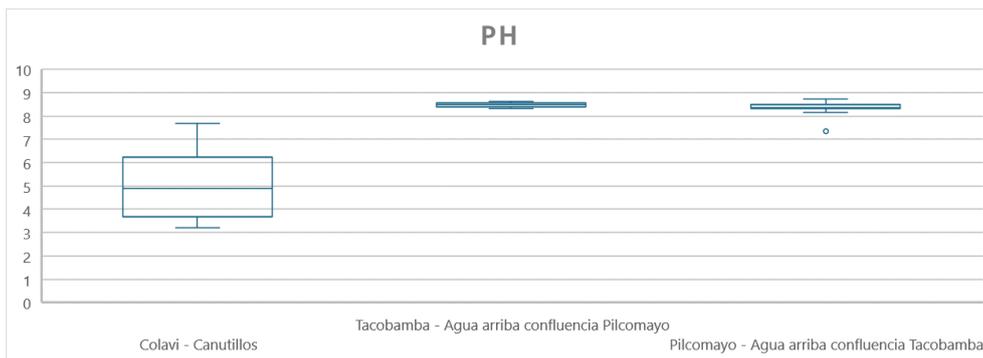


COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO
DIRECCIÓN EJECUTIVA

el percentil 25, y en condiciones ácidas los metales en los sólidos suspendidos (en mayor proporción en aguas altas) pueden ser más solubles y pasar a la fase líquida. Aun así, es relativamente bajo en comparación con el Pilcomayo antes de la unión del Tacobamba. La pendiente alta de la región favorece la oxigenación de las aguas mostrando condiciones de sobresaturación de las aguas. La turbiedad corresponde con las condiciones de aguas altas en ambos puntos.

Tabla 12 – Resumen estadístico subcuenca Tacobamba (2007-2023)

Estación	Colavi Canutillos				Tacobamba antes del Pilcomayo		
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)	Turbiedad (UNT)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. oxígeno (%)
Mínimo	3.2	207	98.85	7.33	8.316	421	97.7
Percentil 25	3.49	295	99.6	29	8.389	555	99.4
Mediana	4.885	341	100.2	58.9	8.494	649	100.1
Percentil 75	5.828	471	100.4	120	8.53	709	100.6
Máximo	7.681	927	101.6	1100	8.625	871	103.3
Promedio	4.98	400.78	100.14	178.74	8.48	646.8	100.19
Desv. Standar	1.34	159.62	0.63	313.09	0.09	117.52	1.27
N° de muestras	27	27	27	27	25	25	25





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

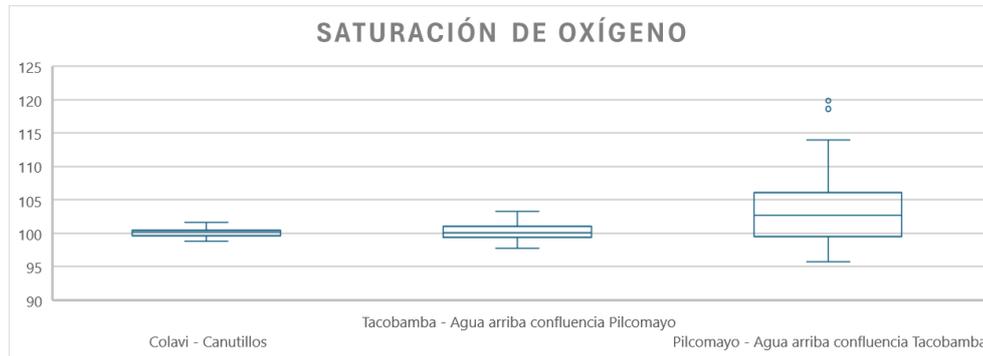


Figura 10. Valores históricos subcuenca Tacobamba de pH, conductividad y Saturación de oxígeno

Los valores medidos se encuentran dentro de los valores históricos, con excepción de la conductividad en Tacobamba, donde se obtuvo un nuevo valor mínimo. Por otro lado, existe alta variabilidad en el pH en Colavi porque es una subcuenca donde se generan aguas ácidas de roca y mina, cuyo caudal depende principalmente de la infiltración del agua de acuerdo con la época, a mayor infiltración mayor volumen de aguas ácidas podrían ser generadas. Sin embargo, estas aguas ácidas se van neutralizando y ya en Tacobamba se registran valores similares a los medidos en el río 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 23 - 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 24 - Río Colavi en Colavi Bajo – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía 25 - 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. No se realizó el aforo líquido correspondiente porque empezó a llover en ese momento y se tuvo que salir de la quebrada por seguridad.



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



Fotografía 26 - Río Tacobamba antes de su unión al río Pilcomayo – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía 27 - Río Tacobamba antes de su unión al río Pilcomayo – aguas abajo del lugar de muestreo

Cuenca Alta del río Pilcomayo

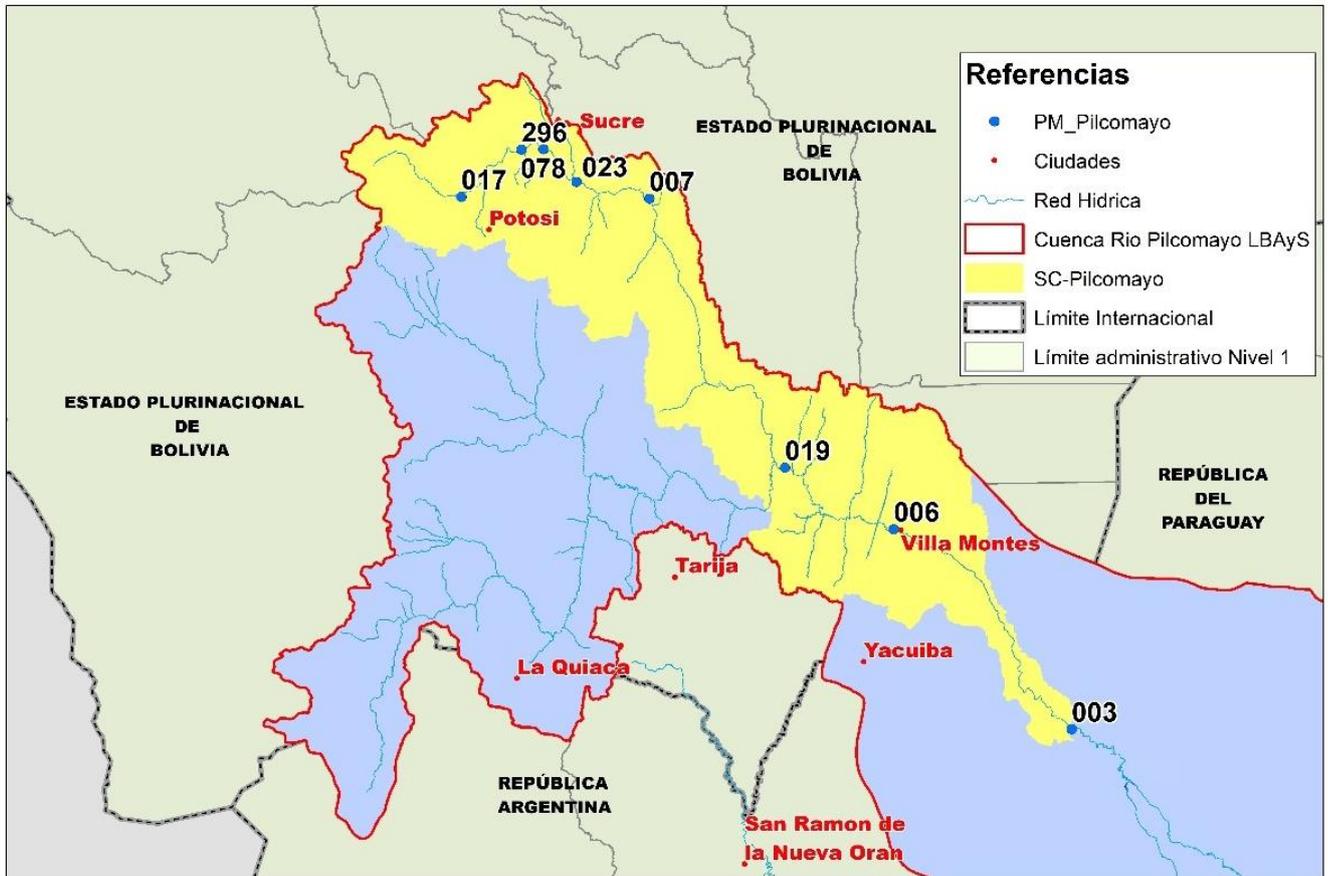


Imagen N° 9 - Puntos de monitoreo Subcuenca Pilcomayo

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

Tabla 13 – Datos de estaciones y valores registrados “in situ” – cuenca alta río Pilcomayo

Estación		Yocalla	Pilcomayo/ Tacobamba	Talula	Puente Méndez
Curso de agua		Yocalla	Pilcomayo	Pilcomayo	Pilcomayo
ID Estación		017	296	078	023
Coordenadas					
Latitud (S)		19 23 45.62	19 7 56.3	19 7 51.09	19 21 29.36
Longitud (O)		65 54 24.14	65 34 20.12	65 27 1.96	65 10 21.62
Altura	msnm	3370	2806	2604	2236
Fecha		27/2/2024	21/2/2024	23/2/2024	25/2/2024
Hora		10:1460	11:05	10:45	10:00
Velocidad media	m/s	0.972	1.222	1.925	
Caudal	m ³ /s	14.845	23.375	21.657	
Altura escala	m	0.55	-	1.70	
pH	upH	8.05	8.30	8.41	8.279
pH	mV	-65.0	-79.2	-84.70	-77.6
Temperatura	°C	14.9	18.3	18.1	18.3
Conductividad	uS/cm	540	505	667	492
Salinidad	Sal	0.2	0.2	0.3	0.2
Temperatura	°C	14.8	18.1	17.9	18.2
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.84	6.89	7.125	7.24



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

Estación		Yocalla	Pilcomayo/ Tacobamba	Talula	Puente Méndez
Curso de agua		Yocalla	Pilcomayo	Pilcomayo	Pilcomayo
Saturación	%	101.1	102.5	102.4	99.7
Temperatura	°C	14.8	18.1	17.9	18.2
Turbiedad	NTU	>1100	>1100	>1100	>1100

Tabla 13 – Datos de estaciones y valores registrados “in situ” cuenca alta río Pilcomayo (continuación)

Estación		Viña Quemada	Puente Aruma	Villa Montes	Misión La Paz
Curso de agua		Pilcomayo	Pilcomayo	Pilcomayo	Pilcomayo
ID Estación		007	19	006	003
Coordenadas					
Latitud (S)		19 27 12.69	20 54 49.78	21 15 31.75	22 22 40.37
Longitud (O)		64 50 27.98	64 6 37.74	63 30 41.77	62 31 6.71
Altura	msnm	2006	626	393	257
Fecha		24/2/2024	19/2/2024	18/2/2024	18/2/2024
Hora		11:35	10:20	13:10	07:30
Velocidad media	m/s			2.578(*)	-
Caudal	m ³ /s			724.82(*)	825.21(**)
Altura escala	m	3.73	6.41	2.78	4.87
pH	upH	8.07	8.15	7.89	7.60
pH	mV	-66.8	-72.4	-58.7	-43.1
Temperatura	°C	21.0	23.6	27.65	29.5
Conductividad	uS/cm	234	291	444	488.0
Salinidad	Sal	0	0.05	0.1	0.2
Temperatura	°C	20.9	23.4	27.6	29.4
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.16	7.69	7.62	3.81
Saturación	%	101.5	97.3	101.9	51.6
Temperatura	°C	20.9	23.4	27.5	29.25
Turbiedad	NTU	1037.3	>1100	>1100	>1100

(*) Aforo realizado mediante el método de flotadores SENAMHI – Estado Plurinacional de Bolivia.

(**) Aforo calculado con curva de calibración vigente de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación – República Argentina.

Comparando estos valores con los históricos se observa que los valores medidos de pH se encuentran entre la mediana y el percentil 25 en Yocalla, Puente Mendez, Viña Quemada y Puente Aruma, mientras que en Pilcomayo (antes de Tacobamba), Villa Montes y Misión La Paz/Pozo Hondo están entre el percentil 25 y el mínimo, así como en Talula entre la mediana y el percentil 75, como se dijo anteriormente podría ser que el agua de lluvia baja el pH de las aguas, lo que es característico de la época de lluvia. La influencia de las condiciones hidrológicas (aguas altas) en la calidad del agua es más evidente en la conductividad donde en muchos de los casos están entre el valor mínimo y el percentil 25, e incluso en otros se registraron menores al valor mínimo histórico. Estas mismas condiciones se evidencian en la medida del porcentaje de saturación, sin embargo, hay que considerar que, si bien por las condiciones de aguas altas aumentan las velocidades lo que resulta en un aumento de la oxigenación, el alto contenido de sólidos en suspensión (mayor transporte de sedimentos) tiene a disminuir la concentración de oxígeno en el agua, como se observa en Misión La Paz donde el valor se aproximó al mínimo medido históricamente.

Tabla 14 – Resumen estadístico cuenca alta del río Pilcomayo (2006-2023)

Estación	Yocalla	Pilcomayo/Tacobamba	Talula
----------	---------	---------------------	--------



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

Parámetro	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	7.67	686	98.2	7.35	445	95.8	8.2	594	98.05
Percentil 25	7.955	705	99	8.31	853	99.3	8.225	718	98.625
Mediana	8.26	754.5	100.05	8.34	1012	102.7	8.39	1180	102.15
Percentil 75	8.68	785.5	101.2	8.43	1096	105.3	8.47	1287	105.75
Máximo	9.08	786	102.1	8.74	1266	119.8	8.76	1328	116.9
Promedio	8.32	745.25	100.1	8.35	972.04	104.02	8.42	1069	104.33
Desv. Standar	0.58	49	1.61	0.25	200.53	6.21	0.2	296.5	7.07
N° de muestras	4	4	4	25	25	25	6	6	6

Tabla 14 – Resumen estadístico cuenca alta del río Pilcomayo (2006-2023) (continuación)

Estación	Puente Méndez			Viña Quemada			Puente Aruma		
Parámetro	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	7.752	288	23.7	7.82	400	80.3	7.71	314	66.4
Percentil 25	8.07	450	75.65	8.0305	655.75	92.65	8.044	509	70.5
Mediana	8.305	970	95.15	8.6	1004	105.5	8.22	1097.5	94
Percentil 75	8.47	1242	100.55	8.725	1262	117.85	8.44	1274	99.3
Máximo	8.78	1565	111.1	8.84	1531	125.4	8.71	1564	116
Promedio	8.29	928.67	88.34	8.42	971.81	104.71	8.26	952.41	88.68
Desv. Standar	0.27	394.12	19.59	0.4	399.17	15.81	0.28	397.03	16.2
N° de muestras	23	23	22	8	8	8	22	22	21

Tabla 14 – Resumen estadístico cuenca alta del río Pilcomayo (2006-2023) (continuación)

Estación	Villa Montes			Misión La Paz/Pozo Hondo		
Parámetro	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)
Mínimo	7.28	340	56.3	7.0	446	51
Percentil 25	8.0195	756	74.15	7.7	666	70.1
Mediana	8.2085	1025	97.4	7.9	1038	84.2
Percentil 75	8.3575	1348	100.1	8.1	1413	91.7
Máximo	8.66	2130	109.6	8.4	2440	103.2
Promedio	8.15	1038.13	87.9	7.91	1065.4	81.91
Desv. Standar	0.3	415.69	14.99	0.27	445.02	13.01
N° de muestras	60	60	52	83	83	49

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

- El pH se mantiene entre 7.5 y aprox. 8.8 hasta Puente Aruma, aunque en Yocalla se registraron datos más alcalinos (se debe hacer notar que este punto cuenta con 4 datos históricos hasta el 2023 porque es un nuevo punto de monitoreo). Entre Villa Montes y Misión La Paz/Pozo Hondo la variabilidad tiende a ser más neutra que podría ser resultado ya de procesos de sedimentación y re-suspensión de sólidos suspendidos que suceden entre estos dos puntos.
- La conductividad se mantiene con una mediana muy cerca de los 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, aunque la variabilidad aumenta a medida que el río va bajando hacia Misión La Paz, a partir de Puente Méndez hasta Puente Aruma se observa que la variación es desde aprox. 300 en la época de lluvia a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la época seca (variación estacional). Existe mayor variabilidad en las



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

mediciones en Villa Montes y Misión La Paz/Pozo Hondo porque al ser estos puntos de monitoreo intensivo hubo más mediciones tanto en la época seca como húmeda.

- Con respecto a la saturación de oxígeno, en la mayoría de los puntos varía cerca de las condiciones de saturación (100%), aunque en Puente Méndez y a partir de Puente Aruma a Villa Montes se han registrado valores menores, especialmente en condiciones de aguas altas por el alto contenido de sedimentos que transporta el Río. Los valores de Misión La Paz/Pozo Hondo son menores por el cambio en las condiciones topográficas del río, donde la pendiente ya disminuye en gran medida.

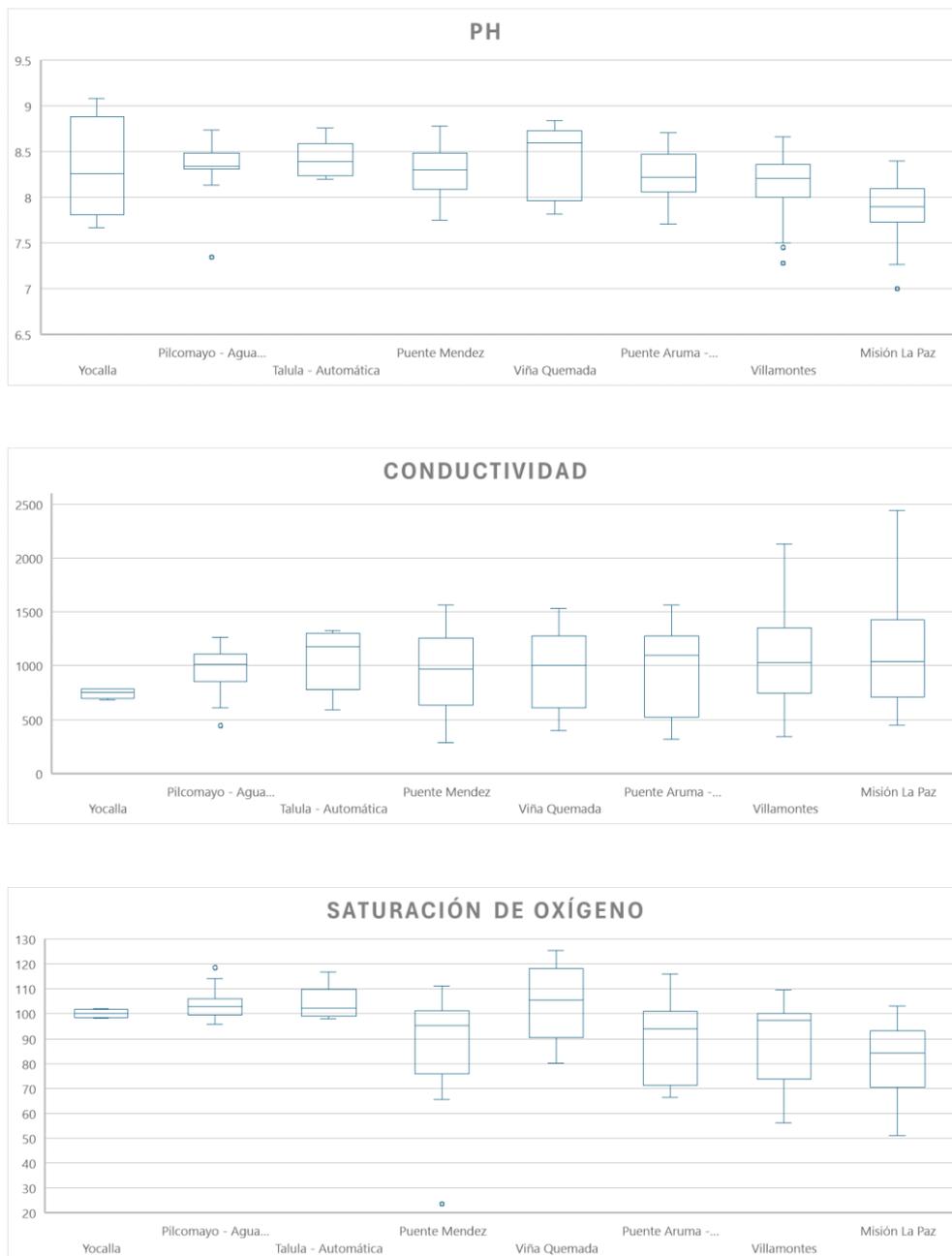


Figura 11. Valores históricos cuenca alta del río Pilcomayo de pH, conductividad y Saturación de oxígeno

Río Pilcomayo – Yocalla (ID 017):

El muestreo se realizó aguas arriba de la toma de agua de ENDE, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.



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



Fotografía 28 - Río Pilcomayo en Yocalla –represa de de ENDE



Fotografía 29 - Río Pilcomayo en Yocalla – aguas abajo del lugar de muestreo

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.



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



Fotografía 30 - Río Pilcomayo antes de la unión del río Tacobamba – aguas arriba del puente



Fotografía 31 - Río Pilcomayo antes de la unión del río Tacobamba – aguas abajo del puente



Fotografía 32 - Río Pilcomayo en Pilcomayo antes de la unión del río Tacobamba – zona de muestreo de sedimentos en margen derecha

Río Pilcomayo – Talula (ID 078):

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

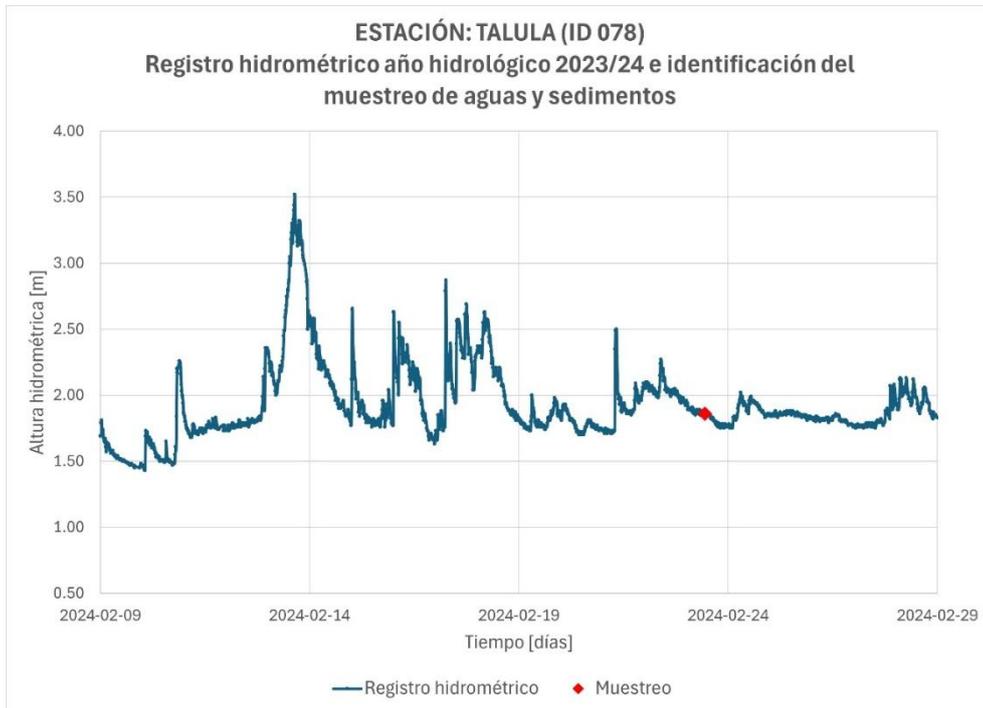


Figura 12. Altura hidrométrica - Río Pilcomayo en Talula



Fotografía 33 - Río Pilcomayo en Talula – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía 34 - Río Pilcomayo en Talula – aguas abajo del lugar de muestreo



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



Fotografía 35 - Río Pilcomayo en Talula – deposición de sedimentos en margen derecha

Río Pilcomayo – Puente Méndez (ID 023):

El muestreo se realizó aguas abajo del puente carretero, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río. Se realizó el aforo líquido correspondiente mediante el método de vadeo.



Fotografía 36 - Río Pilcomayo en Puente Méndez – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía 37 - Río Pilcomayo en Puente Méndez – aguas abajo del lugar de muestreo

Río Pilcomayo – Viña Quemada (ID 007):

El río se encontraba en crecida por lo que el muestreo se realizó aguas abajo del pueblo de Viña Quemada (Potosí), se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.

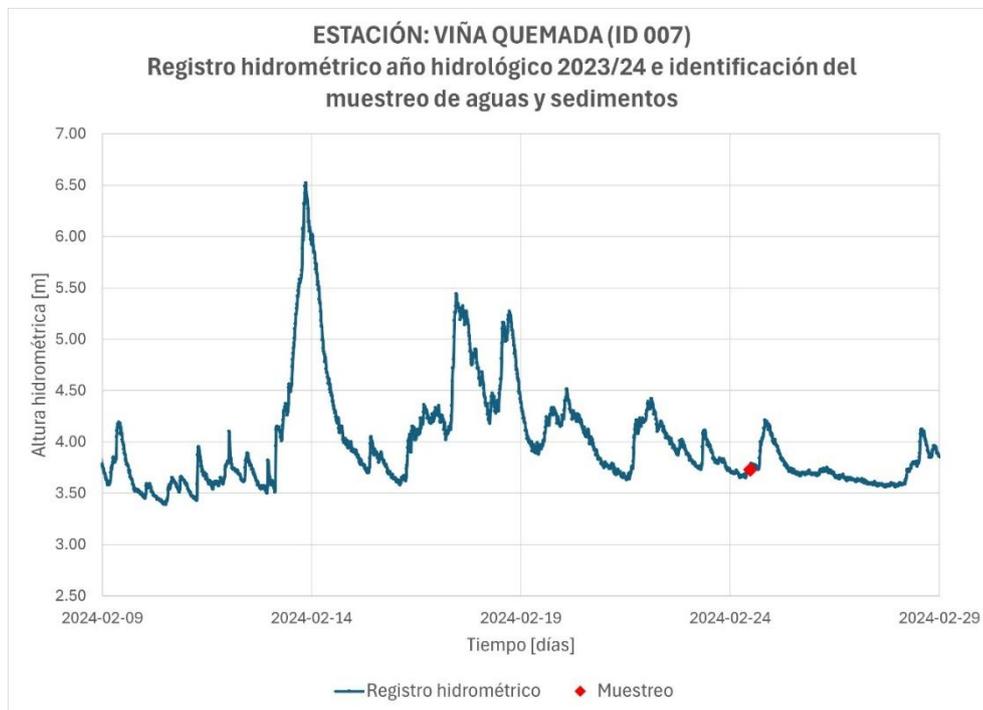


Figura 13. Altura hidrométrica - Río Pilcomayo en Viña Quemada



Fotografía 38 - Río Pilcomayo en Viña Quemada – aguas arriba del lugar de muestreo



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



Fotografía 39 - Río Pilcomayo en Viña Quemada – aguas abajo del lugar de muestreo

Río Pilcomayo – Puente Aruma (ID 019):

El muestreo se realizó aguas arriba del puente interdepartamental entre Tarija y Chuquisaca, en la comunidad de Tabasay, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.

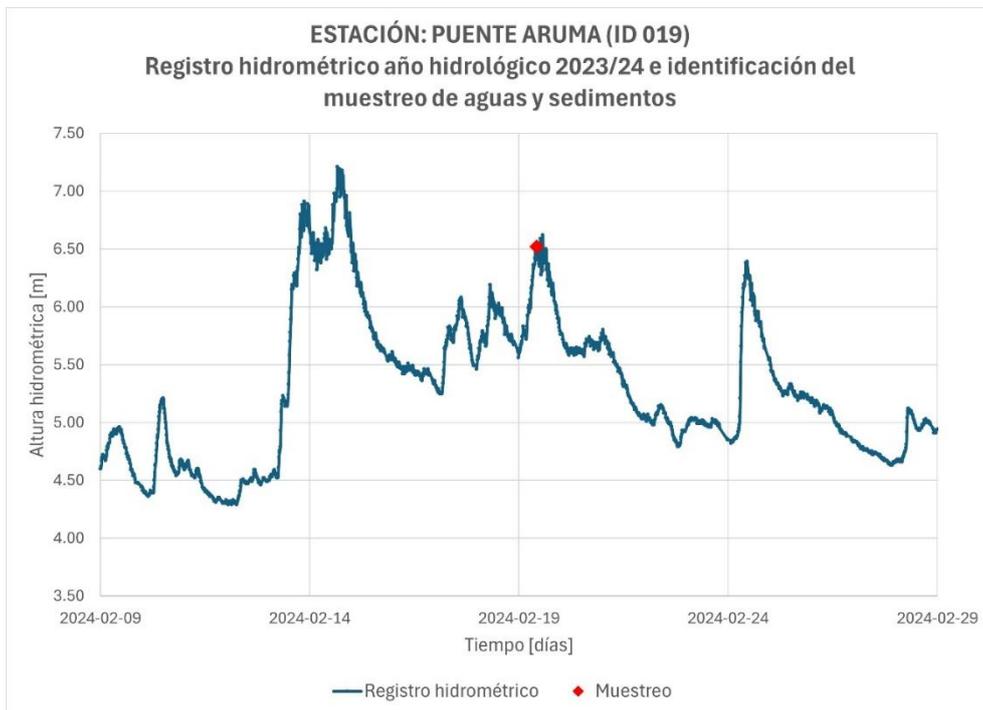


Figura 14. Altura hidrométrica - Río Pilcomayo en Puente Aruma



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



Fotografía 40 - Río Pilcomayo en Puente Aruma – aguas arriba del puente



Fotografía 41 - Río Pilcomayo en Puente Aruma – aguas abajo del puente

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 42 - Río Pilcomayo en Villa Montes – aguas arriba del puente



Fotografía 43 - Río Pilcomayo en Villa Montes – deposición de sedimentos en margen derecha

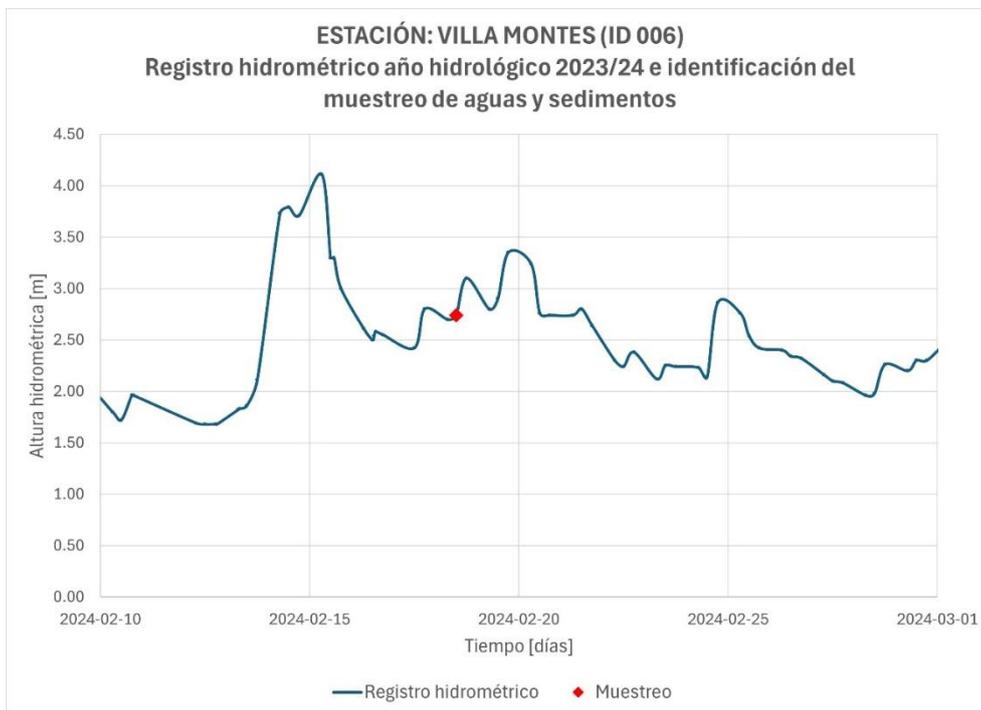


Figura 15. Altura hidrométrica - Río Pilcomayo en Villa Montes

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.



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



Fotografía 44 - Río Pilcomayo en Misión La Paz/Pozo Hondo – aguas arriba del puente



Fotografía 45 - Río Pilcomayo en Misión La Paz/Pozo Hondo – aguas abajo del puente



Fotografía 46 - Río Pilcomayo en Misión La Paz/Pozo Hondo – muestreo sedimentos margen izquierda

Cuenca Baja del río Pilcomayo

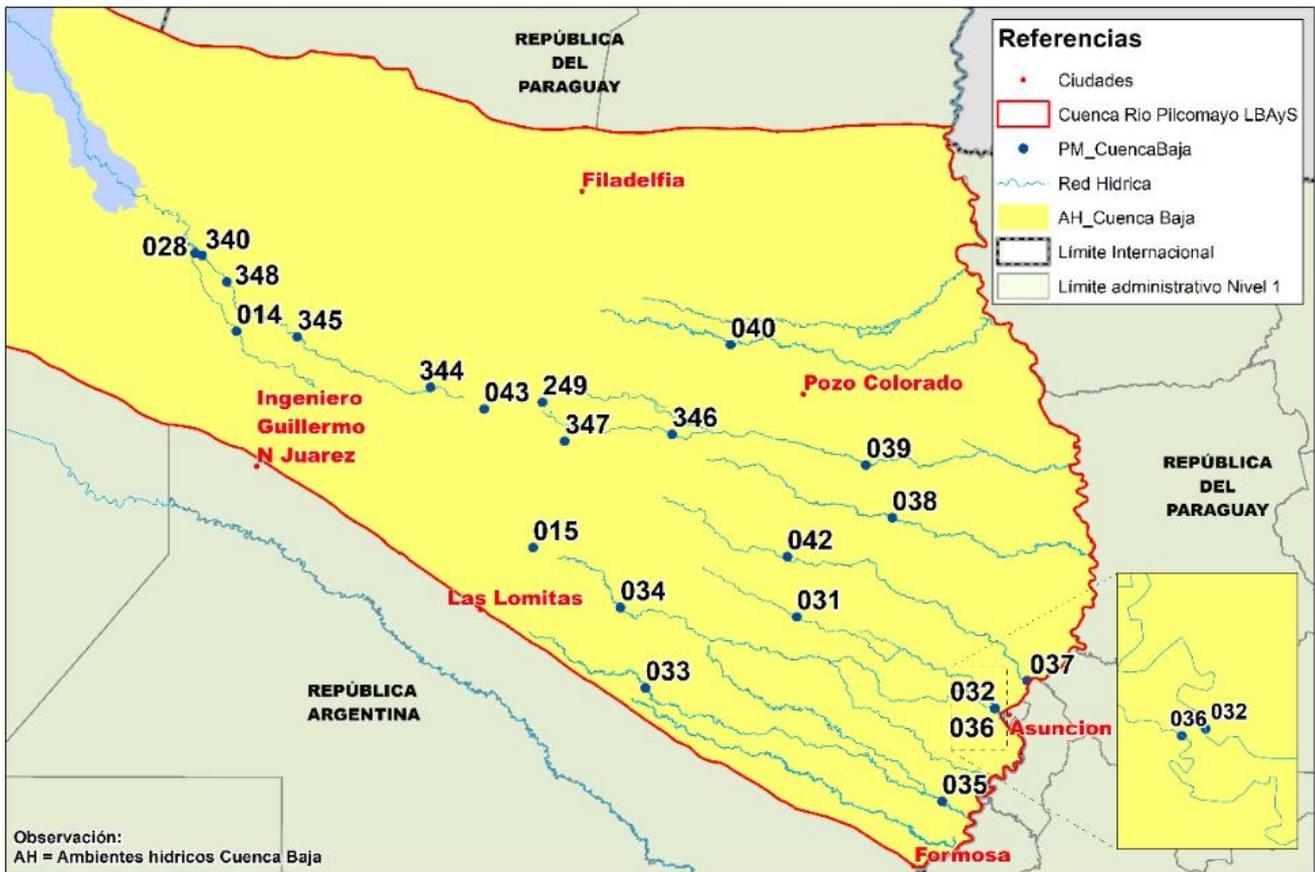


Imagen N° 10 – Cuenca baja río Pilcomayo

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

Tabla 15 – Datos de estaciones y valores registrados “in situ” cuenca baja del río Pilcomayo – Argentina

Estación		María Cristina	El Potrillo-canal El Reventado	Ruta 28-Vertedero
Curso de agua		Pilcomayo	Canal Argentino	Bañado La Estrella
ID Estación		028	014	015
Coordenadas				
Latitud (S)		22 42 0.69	23 8 17.81	24 21 31.03
Longitud (O)		62 11 35.15	61 57 51.20	60 18 22.94
Altura	msnm	213	183	122
Fecha		7/2/2024	13/3/2024	14/3/2024
Hora		07:35	10:15	09:50
Velocidad media	m/s			
Caudal	m3/s			
Altura escala	m			
pH	upH	7.72	7.704	7.45
pH	mV	-48.70	-48.30	-33.7
Temperatura	°C	29.2	29.5	31.6
Conductividad	uS/cm	648.5	563	996.0
Salinidad	Sal	0.2	0.2	0.4
Temperatura	°C	29.1	29.5	31.5



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

Estación		María Cristina	El Potrillo-canal El Reventado	Ruta 28-Vertedero
Curso de agua		Pilcomayo	Canal Argentino	Bañado La Estrella
Oxígeno Disuelto	mg/l	5.12	3.11	0.81
Saturación	%	69.0	42.0	11.4
Temperatura	°C	29.0	29.3	31.4
Turbiedad	NTU	>1100	>1100	8.75

Tabla 16 – Datos de estaciones y valores registrados “in situ” cuenca baja del río Pilcomayo – Paraguay

Estación		Canal Meyer Sitio 1	El solitario	Agropil	9 de junio	General Díaz
Curso de agua		Canal Paraguayo	Canal Paraguayo	Canal Paraguayo	Canal Paraguayo	Canal Paraguayo
ID Estación		340	348	345	344	043
Coordenadas						
Latitud (S)		22 42 44.01	22 51 36.37	23 10 11.26	23 27 7.14	23 34 35.75
Longitud (O)		62 9 19.84	62 1 9.01	61 37 29.15	60 52 19.21	60 34 48.18
Altura	msnm		225	193	201	153
Fecha		7/2/2024	6/2/2024	6/2/2024	8/2/2024	8/2/2024
Hora		09:10	09:05	14:35	11:05	14:20
Velocidad media	m/s					
Caudal	m3/s					
Altura escala	m					
pH	upH	7.64	7.628	7.62	7.62	7.73
pH	mV	-44.90	-43.80	-43.95	-43.95	-49.75
Temperatura	°C	29.2	29.9	31.4	31.4	30.8
Conductividad	uS/cm	646.0	728.0	713	713	667
Salinidad	Sal	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
Temperatura	°C	29.2	29.9	31.3	31.3	30.8
Oxígeno Disuelto	mg/l	5.17	5.36	5.44	5.44	5.9
Saturación	%	69.4	74	73.6	73.6	82
Temperatura	°C	29.1	29.8	31.3	31.3	30.7
Turbiedad	NTU	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100

Los puntos de Canal Meyer Sitio 1, El Solitario, Agropil y 9 de Junio fueron incorporados a las campañas extensivas en el año 2021, motivo por el cual a la fecha cuentan únicamente con 2 a 3 datos históricos, la mencionada insuficiencia de datos impide un correcto cálculo de percentiles motivo por el cual no son expuestos en el presente informe.

Comparando con los valores históricos se puede observar que:

- El pH registrado en María Cristina y El Potrillo está entre el percentil 25 y mínimo, mientras que en el Bañado La Estrella y Gral. Díaz está entre el percentil 75 y la mediana. Estas diferencias se darían principalmente por las condiciones hidrológicas que se presentaron en el momento de muestreo, donde en los primeros se encontraron caudales todavía importantes, mientras que en los segundos ya había empezado la disminución del flujo. Aunque en todos los valores se verificaron condiciones ligeramente básicas.
- La conductividad confirmaría que fueron distintas condiciones hidrológicas que se registraron en los primeros lugares con una mayor dilución de los iones que los ubican entre la mínima y el percentil 25, mientras que en los segundos están entre percentil 25 y percentil 75.
- La saturación de oxígeno se encuentra entre el mínimo y el percentil 25, habiéndose registrado en El Potrillo un nuevo valor mínimo. Estos valores se explican por la baja turbulencia y aumento



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

de carga orgánica en la cuenca baja. En Gral. Díaz, justo en el momento del muestreo se presentaron lluvias aisladas en la zona que pudieron haber aumentado la concentración de oxígeno en la zona.

Tabla 17 – Resumen estadístico cuenca baja del río Pilcomayo Argentina y Paraguay (2007-2023)

Estación	María Cristina			El Potrillo			Bañado La Estrella			Gral. Díaz		
	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 (%)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)
Mínimo	7.68	426	63.7	7.4	466	55.3	7	394	0.2	7.24	508	27.6
Percentil 25	7.9	843	73	7.8685	846	67.8	7.13	593	28	7.328	550	46.45
Mediana	8.04	1337	91	8.095	1197	84.4	7.35	950	39.9	7.475	1080	58.75
Percentil 75	8.24	1583	96.2	8.29	1549.5	93.4	7.504	1198	55.7	7.805	1573.5	74.3
Máximo	8.61	2220	105.2	8.45	2510	102.5	8.04	1950	81.4	8.11	1909	98
Promedio	8.08	1263	86.7	8.04	1230.5	82.27	7.41	977	44.19	7.58	1103.29	61.19
Desv. Standar	0.22	474.46	13.04	0.3	551.53	14.38	0.3	408.1	22.06	0.29	547.41	20.27
N° de muestras	27	27	21	20	20	19	21	21	19	14	14	14

Comparando estos cuatro lugares entre sí, se puede observar que:

- El pH en El Potrillo muestra una mayor variabilidad que en María Cristina casi en los mismos rangos, mientras que el Bañado La Estrella esta variabilidad disminuye entre 7 y 8, es decir, condiciones más neutras, al igual que en Gral. Díaz. Estas diferencias podrían ser debido a que hacia la cuenca baja por la menor pendiente y mayor cantidad de materia orgánica, se pueden dar procesos de degradación de la misma que pueden bajar el pH.
- La conductividad muestra variabilidad similar entre María Cristina y El Potrillo causado principalmente por la variabilidad estacional, mientras que en El Bañado La Estrella esta variabilidad disminuye que podría ser ocasionada por la dilución debido a las aguas de lluvia regionales. Si bien en Gral. Díaz se presenta una mayor variabilidad de los datos históricos, esta variabilidad también podría ser por la ocurrencia de lluvias regionales (se debe hacer notar que el número de datos es menor porque en algunas ocasiones no existe agua en este punto).
- En cuanto a la saturación de oxígeno, María Cristina y El Potrillo se encuentran mayor oxigenadas porque en estos puntos todavía el río presenta cierta turbulencia, mientras que en el Bañado La Estrella donde existe una mayor degradación de la materia orgánica que consume el oxígeno disuelto los valores encontrados son bajos. En Gral. Díaz donde la velocidad de la corriente disminuye y existe también degradación de la materia orgánica los valores son menores que los leídos aguas arriba.



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

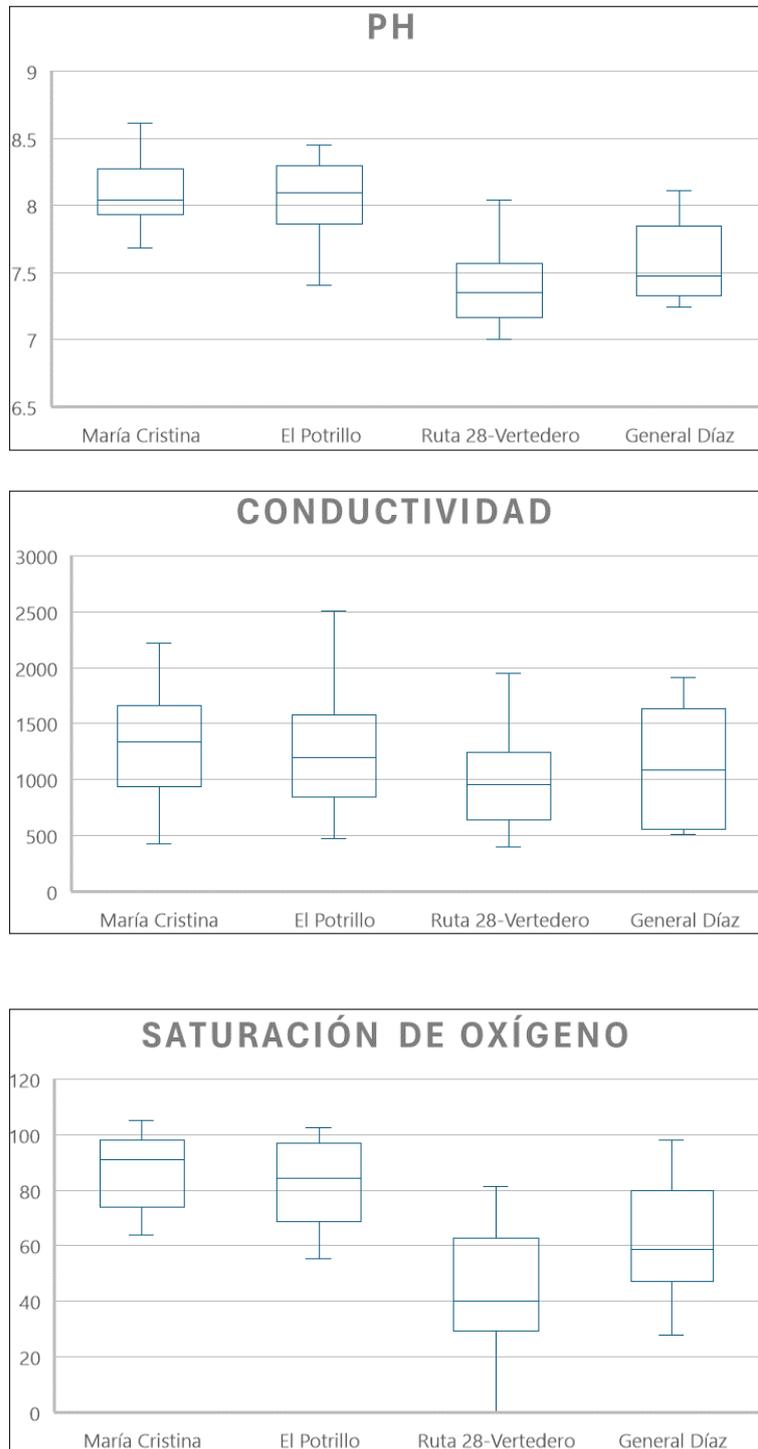


Figura 16. Valores históricos cuenca baja del río Pilcomayo de pH, conductividad y Saturación de oxígeno

Río Pilcomayo – María Cristina (ID 028):

El muestreo se realizó aguas arriba de la entrada al canal paraguayo (embocadura, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de las orillas del río.



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



Fotografía 47 - Río Pilcomayo en María Cristina – aguas arriba del punto de muestreo



Fotografía 48 - Río Pilcomayo en María Cristina – aguas abajo del punto de muestreo

Canal Argentino – El Potrillo (ID 014):

El muestreo se realizó a la altura de la comunidad de El Potrillo, se tomaron muestra de aguas y sedimentos, estos últimos de la orilla de margen derecha.



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



Fotografía 49 - Pilcomayo en El Potrillo – aguas arriba del punto de muestreo



Fotografía 50 - Pilcomayo en El Potrillo - aguas debajo del punto de muestreo

Bañado La Estrella - Ruta 28-Vertedero (ID 015):

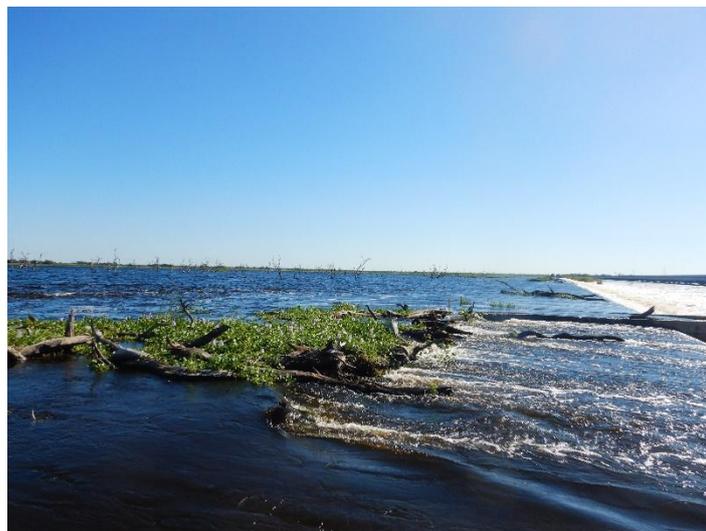
El muestreo se realizó en el Bañado La Estrella a la altura de la antigua ruta 28, donde se tomó muestra de agua.



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



Fotografía 51 - Bañado La Estrella - aguas arriba de la antigua ruta 28



Fotografía 52 - Bañado La Estrella – antigua ruta 28

Canal Paraguayo Pilcomayo – Canal Meyer Sitio 1 (ID 340):

Se tomaron muestras de agua y sedimentos a la altura de las escalas hidrométricas del lugar.



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



Fotografía 53 - Canal paraguay – aguas arriba del lugar de muestreo de sedimentos



Fotografía 54 - Río Pilcomayo en el canal paraguay – aguas abajo del lugar de muestreo

Canal Paraguay Pilcomayo – El Solitario (ID 348):

Se tomaron muestras de agua y sedimentos de margen izquierda.



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



Fotografía 55 - Pilcomayo en el canal paraguayo – aguas arriba del punto de muestreo



Fotografía 56 - Pilcomayo en el canal paraguayo - aguas debajo del punto de muestreo



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

Canal Paraguayo Pilcomayo – Agropil (ID 345):

Se tomaron muestras de agua y sedimentos de margen izquierda.



Fotografía 57 - Pilcomayo en el canal paraguayo – aguas arriba del punto de muestreo



Fotografía 58 - Pilcomayo en el canal paraguayo - aguas debajo del punto de muestreo

Canal Paraguayo Pilcomayo – Hacienda 9 de junio (ID 344):

Se tomaron muestras de agua y sedimentos de margen izquierda.



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



Fotografía 59 - Canal Paraguayo Pilcomayo – aguas arriba del punto de muestreo



Fotografía 60 - Canal Paraguayo Pilcomayo - aguas debajo del punto de muestreo



Fotografía 61 - Canal Paraguayo Pilcomayo – toma de muestras de sedimentos



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

Canal Paraguayo Pilcomayo – Gral. Díaz (ID 043):

Se tomaron muestras de agua a la altura de los puentes que cruzan el canal donde están instaladas las escalas hidrométricas.



Fotografía 62 - Canal Paraguayo en General Díaz – aguas arriba del puente



Fotografía 63 - Canal Paraguayo en General Díaz – aguas abajo del puente

Argentina

Los puntos de monitoreo se distribuyen en el sector sur de la denominada cuenca baja en sus tramos superior, media e inferior conforme se estableció en la línea Base Ambiental y Socioeconómica – LBAyS - Año 2007.

Tabla 18 – Datos de estaciones y valores registrados “in situ” en puntos de monitoreo de Argentina

Estación		Salida Laguna Salada	Clorinda	Ruta 95	Ruta 11
Curso de agua		Riacho Porteño	Porteño	Montelindo	Montelindo
ID Estación		034	036	033	035
Coordenadas					
Latitud (S)		24 41 46.77	25 15 55.55	25 08 55.33	25 47 18.09
Longitud (O)		59 49 2.86	57 43 43.72	59 40 45.76	58 01 17.45
Altura	msnm	89	69	104	68



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

Estación		Salida Laguna Salada	Clorinda	Ruta 95	Ruta 11
Curso de agua		Riacho Porteño	Porteño	Montelindo	Montelindo
Fecha		14/3/2024	19/3/2024	14/3/2024	19/3/2024
Hora		13:40	10:30	16:40	09:00
Velocidad media	m/s		-	-	-
Caudal	m3/s		-	-	-
Altura escala	m		-	-	-
pH	upH	7.74	7.87	8.72	8.18
pH	mV	-50.55	-58.20	-107.90	-76.0
Temperatura	°C	32.5	31.2	35.7	31.0
Conductividad	uS/cm	991	2580	2410	1985
Salinidad	Sal	0.4	1.3	1.2	1.0
Temperatura	°C	32.3	31.1	35.6	30.9
Oxígeno Disuelto	mg/l	4.71	4.54	*	5.84
Saturación	%	66.4	62.1	*	79.5
Temperatura	°C	32.2	31.0	35.6	30.8
Turbiedad	NTU	395.4	36.6	87.5	118

* Por el alto valor de conductividad el electrodo de oxígeno disuelto sufre interferencias y marca valores muy superiores al 100%, lo que indicaría condiciones de sobresaturación.

Los valores registrados en esta campaña en comparación con los históricos indican que:

- Los valores de pH en Clorinda, la Ruta 95- Montelindo, y Ruta 11 – Montelindo, están entre el valor máximo y el percentil 75, mientras que en la Salida Laguna Salada se encuentra entre el percentil 25 y la mediana. Esta diferencia podría atribuirse a la conectividad que se presentaba con el Bañado la Estrella, que en esta oportunidad todavía circulaba agua sobre la antigua ruta 28. Mientras que en los otros lugares al ser cursos de agua que se forman principalmente por las lluvias de la región, al no haber precipitaciones tienden a mostrar valores más alcalinos.
- Las conductividades en la Salida Laguna Salada, y el Montelindo tanto en la Ruta 95 como en la Ruta 11, están entre el percentil 25 y la mediana, característicos todavía de la época de aguas altas. Mientras que en Clorinda se encuentra entre el percentil 75 y el máximo indicando una mayor concentración de iones que podría ser causado por la disminución de caudal o la actividad antrópica que se desarrolla entre la Laguna Salada y Clorinda.
- Mientras que en el Porteño la saturación de oxígeno está entre el percentil 25 y la mediana (en Salida Laguna Salada), y entre la mediada y el percentil 75 (en Clorinda), en el Montelindo se ha encontrado condiciones de saturación mayores entre el percentil 75 y máximo en la Ruta 95 y la Ruta 11.
- En cuanto a la turbiedad los valores encontrados se encuentran entre la mediana y el valor máximo en el Porteño y entre el percentil 25 y el máximo en el Montelindo.

Tabla 19 – Resumen estadístico en puntos de monitoreo de Argentina (2007-2023)

Estación	Salida Laguna Salada				Clorinda			
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	Turbiedad (UNT)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	Turbiedad (UNT)
Mínimo	7.25	437	20.8	7.4	6.496	177.3	32.5	7.75
Percentil 25	7.64	603	32.9	12.9	6.999	497	40.1	14.6
Mediana	8.088	3030	76	74.6	7.51	1020	54.7	29.2
Percentil 75	8.38	4040	87.8	128	7.76	2080	67.3	43.1
Máximo	8.94	17610	161.5	315.7	8.14	5690	86.9	88.6
Promedio	8.08	3284.26	77.07	97.2	7.44	1511.28	56.18	32.94
Desv. Standar	0.47	3812.59	36.3	86.35	0.49	1372.26	15.23	22.22
N° de muestras	19	19	15	19	19	19	19	19



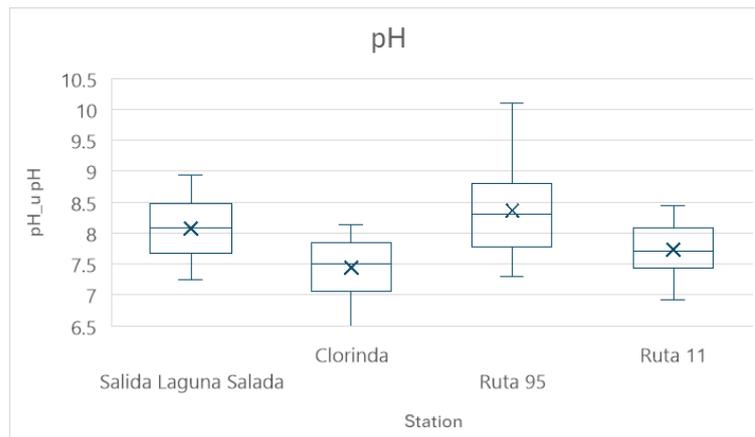
COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO
DIRECCIÓN EJECUTIVA

Tabla19 – Resumen estadístico en puntos de monitoreo de Argentina (2007-2023) (continuación)

Estación	Ruta 95 - Montelindo				Ruta 11			
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	Turbiedad (UNT)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	Turbiedad (UNT)
Mínimo	7.292	316	54.9	1.44	6.928	499	44.1	2.6
Percentil 25	7.7155	1064	60.3	38.8	7.4	793	57.3	36.5
Mediana	8.3125	3215	75.7	89.95	7.71	2510	64.4	54.3
Percentil 75	8.705	4330	82	218	7.94	2980	71.6	90.1
Máximo	10.107	35400	106.8	1100	8.44	5800	147.7	315
Promedio	8.37	7684.03	76.74	208.45	7.73	2433.76	73.95	92.87
Desv. Standar	0.72	11739.39	14.01	292.4	0.4	1452.06	26	91.14
N° de muestras	18	18	15	18	21	21	21	21

Comparando la variabilidad en estos lugares tenemos que:

- El pH en los puntos de aguas debajo de ambos cursos de agua tiende a ser más neutro que aguas arriba. Mostrando una mayor variabilidad el Montelindo en la ruta 95 donde los valores más alcalinos se registraron en la época seca.
- La conductividad por el contrario muestra una mayor variabilidad aguas arriba en ambos cursos de agua, siendo menos variable aguas abajo. Esto podría ser debido a que en la época seca los cursos de agua en las cabeceras tienden a aumentar su conductividad por la disminución de caudal por lo cual en algunos casos disminuye a valores casi nulos de flujo.
- Los valores de oxígeno disuelto presentan una alta variabilidad, principalmente ocasionada por la disminución de flujo, especialmente en época seca. A pesar de esto se puede observar que existe una disminución del oxígeno disuelto a medida de transcurre hacia aguas abajo,
- Las turbiedades también son más variables en los tramos superiores de ambos cursos de agua, lo cual está influenciado principalmente por las condiciones hidrológicas de aguas altas y bajas.





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

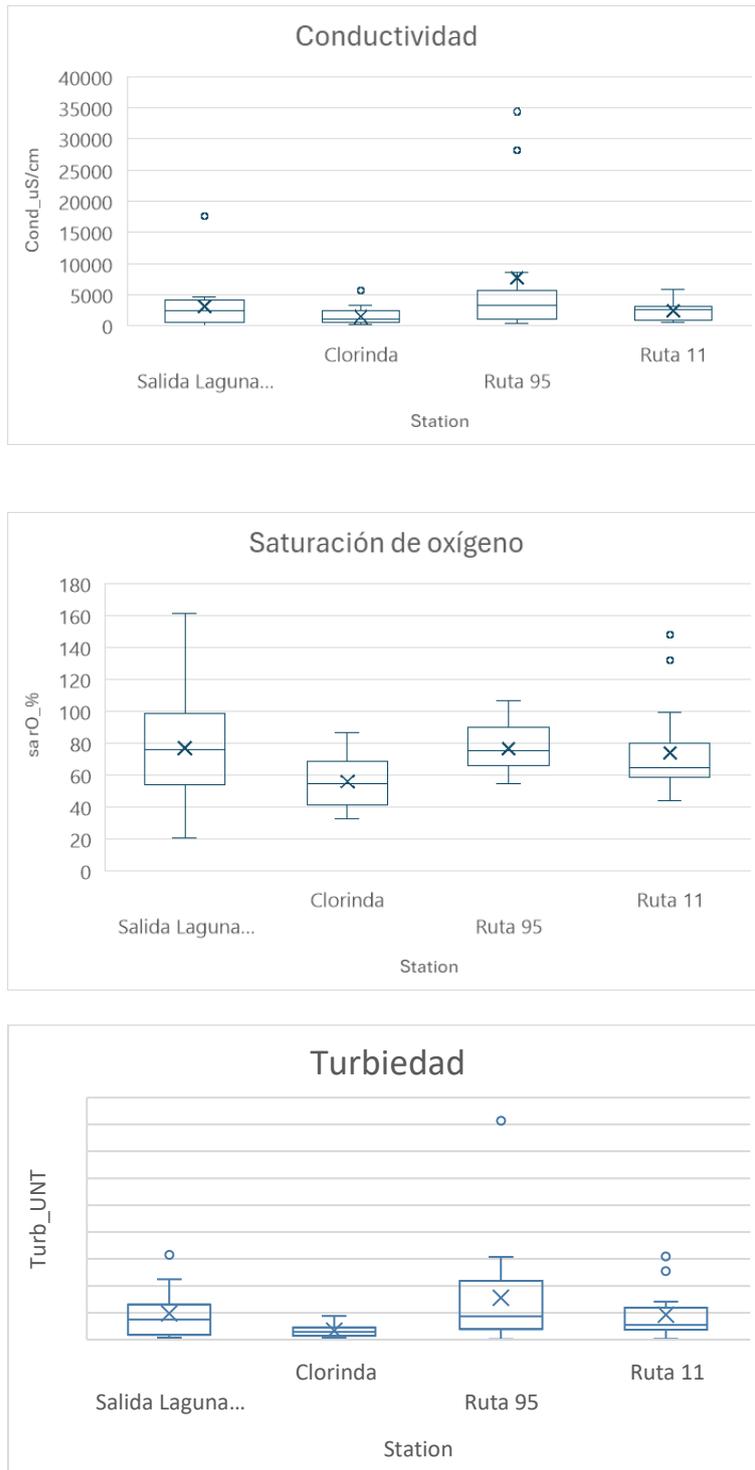


Figura 17. Valores históricos de puntos de monitoreo en Argentina - pH, conductividad, Saturación de oxígeno y turbiedad

Riacho Porteño -Salida Laguna Salada (ID 034):

El muestreo de aguas se realizó aguas arriba de la estructura de control de flujo.



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



Fotografía 64 - Salida Laguna Salada – Vista aguas arriba de la estructura



Fotografía 65 - Salida Laguna Salada – Vista aguas abajo de la estructura

Riacho Porteño – Clorinda (ID 036):

El muestreo de aguas se realizó desde el puente carretero que une la frontera con la ciudad de Clorinda.



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



Fotografía 66 - Clorinda – Vista aguas arriba del puente



Fotografía 67 - Clorinda – Vista aguas abajo del puente

Río Montelindo – Ruta 95 (ID 033):

El muestreo se realizó a la altura del puente carretero de la ruta 95.



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



Fotografía 68 - Río Montelindo en la ruta 95 – aguas arriba del puente



Fotografía 69 - Río Montelindo en la ruta 95 – aguas abajo del puente

Río Montelindo – Ruta 11 (ID 035):

La muestra tomada se tomó aguas abajo del puente carretero de la ruta 11.



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



Fotografía 70 - Río Montelindo en la ruta 11 – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía 71 - Río Montelindo en la ruta 11 – aguas abajo del lugar de muestreo

Paraguay

Los puntos de monitoreo se distribuyen en el sector sur de la denominada cuenca baja en sus tramos superior, media e inferior conforme se estableció en la línea Base Ambiental y Socioeconómica – LBAyS - Año 2007.

Tabla 20 – Datos de estaciones y valores registrados “in situ” en puntos de monitoreo de Paraguay

Estación		General Bruguez	Puente Loyola	Cadete Pando	Villa Hayes	Bañado Las Garzas
Curso de agua		Pilcomayo	Pilcomayo	Confuso	Pilcomayo	Bañado Las Garzas
ID Estación		031	032	042	037	249
Coordenadas						
Latitud (S)		24 44 53.84	25 15 50.87	24 24 34.76	25 6 26.07	23 32 20.02
Longitud (O)		58 49 59.08	57 43 27.75	58 53 10.04	57 32 47.76	60 15 13.56
Altura	msnm	96	51	212	53	139



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

Estación		General Bruguez	Puente Loyola	Cadete Pando	Villa Hayes	Bañado Las Garzas
Curso de agua		Pilcomayo	Pilcomayo	Confuso	Pilcomayo	Bañado Las Garzas
Fecha		19/3/2024	15/3/2024	22/11/2023	15/3/2024	8/2/2024
Hora		15:15	09:40	16:00	08:30	19:30
Velocidad media	m/s	-	-	Seco	-	Seco
Caudal	m ³ /s	-	-	-	-	-
Altura escala	m	-	-	-	-	-
pH	upH	9.306	8.05	-	7.00	-
pH	mV	33.2	-68.20	-	-7.60	-
Temperatura	°C	-141.6	31.2	-	31.1	-
Conductividad	uS/cm	54700	6550	-	2830.0	-
Salinidad	Sal	35.8	13.6	-	1.4	-
Temperatura	°C	33.1	31.2	-	31.0	-
Oxígeno Disuelto	mg/l	*	3.96	-	1.25	-
Saturación	%	*	54.1	-	17.2	-
Temperatura	°C	33.0	31.1	-	31.1	-
Turbiedad	NTU	1.51	14.6	-	15.1	-

* Por el alto valor de conductividad el electrodo de oxígeno disuelto sufre interferencias y marca valores muy superiores al 100%, lo que indicaría condiciones de sobresaturación.

Tabla 20– Datos de estaciones y valores registrados “in situ” en puntos de monitoreo de Paraguay (continuación)

Estación		Santa Ana	Ruta 9	Tinfunke	Ruta PY 9	Ruta 9
Curso de agua		Montelindo	Montelindo	Negro	Negro	Verde
ID Estación		346	039	347	038	040
Coordenadas						
Latitud (S)		23 43 9.15	23 53 35.48	23 45 31.69	24 11 23.87	23 12 54.59
Longitud (O)		59 31 44.15	58 26 47.15	60 07 48.28	58 17 59.18	59 12 9.07
Altura	msnm	132	100	140	97	106
Fecha		29/4/2024	13/2/2024	29/4/2024	13/2/2024	29/4/2024
Hora		09:30	12:55	09:00	12:10	13:55
Velocidad media	m/s	No conectividad	-	-	Alteración por lluvia	No conectividad
Caudal	m ³ /s	-	-	-	-	-
Altura escala	m	-	-	-	-	-
pH	upH	-	7.64	7.516	-	-
pH	mV	-	-47.50	-35.8	-	-
Temperatura	°C	-	29.4	26.8	-	-
Conductividad	uS/cm	-	3770.0	413	-	-
Salinidad	Sal	-	2.0	0.1	-	-
Temperatura	°C	-	29.4	26.7	-	-
Oxígeno Disuelto	mg/l	-	4.07	3.82	-	-
Saturación	%	-	54	48.4	-	-
Temperatura	°C	-	29.3	26.6	-	-
Turbiedad	NTU	-	126.3	24.2	-	-

La estación Tinfunké fue incorporada a las campañas extensivas en el año 2021, motivo por el cual a la fecha cuenta únicamente con 1 dato histórico, la mencionada insuficiencia de datos impide un correcto cálculo de percentiles motivo por el cual no son expuestos en el presente informe.



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

Los valores registrados en esta campaña en comparación con los históricos indican que:

- Tanto en Puente Loyola como en Villa Hayes se encuentran entre el percentil 75 y el máximo, mientras que en Montelindo en la ruta 9 se midió entre la mediana y el percentil 75, en tanto que en Gral. Bruguez se registró un valor máximo.
- Los valores de conductividad se registran en los mismos percentiles que los del pH. Ambos parámetros indicarían condiciones ya de la época seca.
- En general los valores registrados son menores a 55% condicionados por la falta de turbulencia y altas temperaturas, mientras que en Puente Loyola está entre la mediana y el percentil 75, en el Montelindo en la ruta 9 se encuentra entre el percentil 25 y la mediana, mientras que en Villa Hayes está entre el mínimo y el percentil 25. Esto indicaría condiciones de transición entre la época de lluvia y la de estiaje.
- Las turbiedades registradas son menores a la mediana en Gral. Bruguez, Puente Loyola y Villa Hayes con excepción de Montelindo den la ruta 9 que muestra un valor superior a la misma. Esto indicaría la transición a la época seca donde se presentan menores turbiedades.

Tabla 21 – Resumen estadístico en puntos de monitoreo de Paraguay (2007-2023)

Estación	Gral. Bruguez				Puente Loyola			
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	Turbiedad (UNT)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	Turbiedad (UNT)
Mínimo	7.027	350	34.1	0.65	6.366	100.7	24	4.19
Percentil 25	7.935	5525	68.2	3.02	6.74	137	33.4	16
Mediana	8.455	30200	88.75	4.625	7.023	615	58.3	25.4
Percentil 75	8.5535	39325	114.45	32.4	7.52	2130	64.6	47.6
Máximo	8.78	50700	155.2	122	8.278	11660	132.6	101.3
Promedio	8.24	25940.65	90.81	20.01	7.16	1935.77	56.27	35.96
Desv. Standar	0.48	16877.29	31.68	30.08	0.53	2840.92	23.19	25.88
N° de muestras	20	20	16	20	23	23	23	23

Tabla 21– Resumen estadístico en puntos de monitoreo de Paraguay (2007-2023) (continuación)

Estación	Villa Hayes				Montelindo en Ruta 9			
	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	Turbiedad (UNT)	pH (u pH)	Cond. (uS/cm)	Sat. O ₂ (%)	Turbiedad (UNT)
Mínimo	6.269	67.9	13.1	2.91	6.664	56.5	5.5	2.3
Percentil 25	6.58	94	38.4	11	7	522	41.8	14.5
Mediana	6.68	263	44.2	23.95	7.57	1782	64	24.2
Percentil 75	6.86	762	51.3	35	8.188	9110	76.9	58.1
Máximo	7.656	7030	122	118	8.54	47700	141	308.5
Promedio	6.79	882.73	47.58	32.97	7.64	11572.45	65.58	59.87
Desv. Standar	0.34	1613.15	22.35	29.91	0.61	16181.25	33.74	78.35
N° de muestras	23	23	23	23	21	21	18	21

Comparando la variabilidad en estos lugares tenemos que:

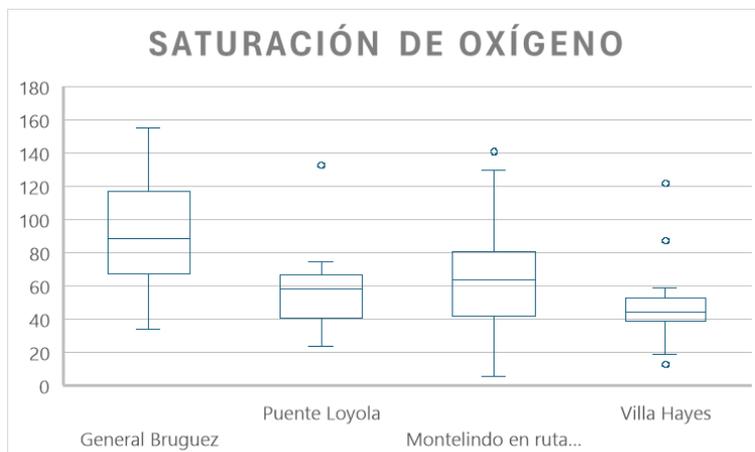
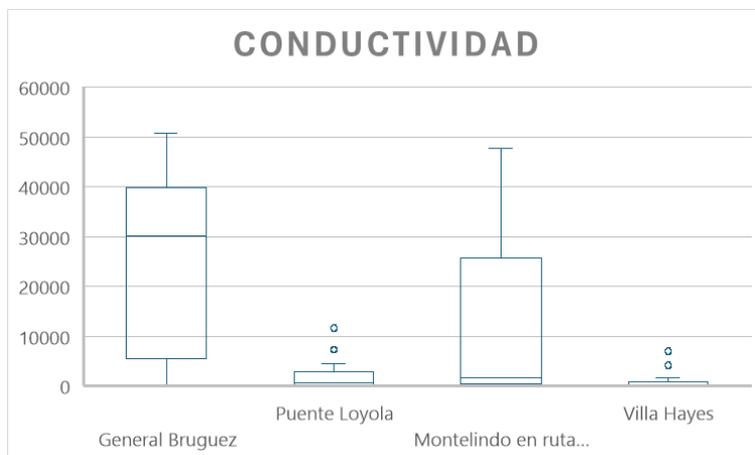
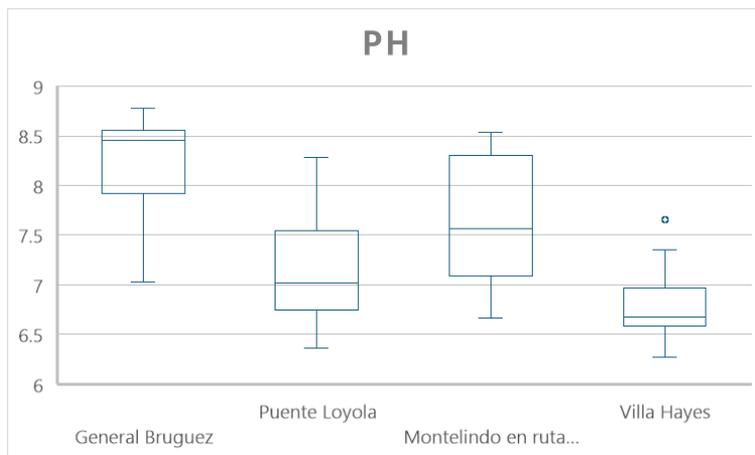
- pH: Existe mayor variabilidad en Gral. Bruguez y Montelindo en la ruta 9 con tendencia a valores alcalinos, sin embargo, en este último y Villa Hayes se han registrado valores menores a 6.5, límite mínimo de acuerdo con las leyes y normativas de los tres países. Mientras que Puente Loyola registra valores neutros de pH, en Villa Hayes existe tendencia a valores ligeramente ácidos. Estas diferencias se podrían atribuir al menor flujo y mayor crecimiento de plantas acuáticas en Villa Hayes en comparación con Puente Loyola.
- Conductividad: En tanto que en Gral. Bruguez y Montelindo en ruta 9 muestra mayores variabilidades en Puente Loyola y Villa Hayes se registraron valores máximos de alrededor de 10 000 μ S/cm. Estas diferencias se podrían atribuir a la alta variabilidad de flujos que presentan estos lugares, siendo así que en la época de estiaje, Gral. Bruguez y Montelindo en ruta 9,



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

bajan sus caudales al punto de que en éste último puede existir discontinuidad en su flujo. En esas condiciones la conductividad aumenta producto del tipo de suelos de la región.

- Porcentaje de saturación: En tanto que en Puente Loyola y Villa Hayes presentan menor variabilidad con valores entre 40 y 60%, en Gral. Bruguez y Montelindo en ruta 9 existe una mayor variabilidad con saturaciones superiores a los primeros. Esta alta variabilidad está relacionada a la velocidad de flujo que se presenta en estos lugares.
- Turbiedad: Por las menores pendientes que condicionan un flujo más constante y mayor presencia de vegetación que limita la erosión de los suelos, los valores de turbiedad registrados en todos los lugares son bajos.





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

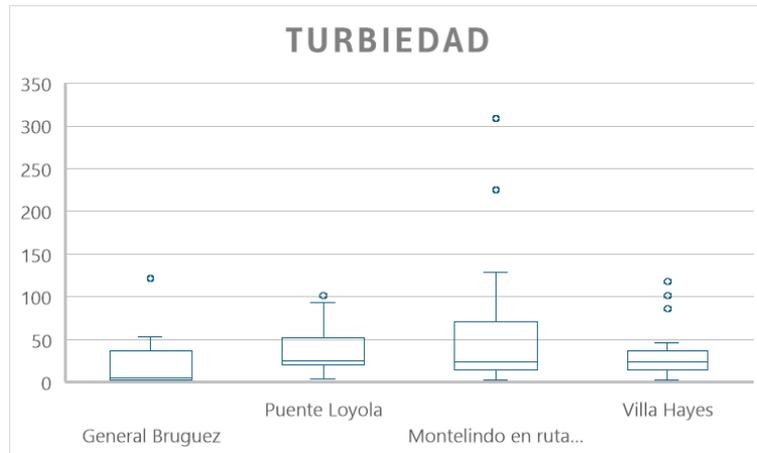


Figura 18. Valores históricos de puntos de monitoreo en Paraguay - pH, conductividad, Saturación de oxígeno y turbiedad

Río Pilcomayo – Gral. Bruguez (ID 031):

El muestreo de agua se realizó desde el puente que comunica con la Argentina a la comunidad de General Bruguez.

El río presentaba abundante crecimiento de algas filamentosas en el fondo y superficiales en las orillas.



Fotografía 72 - Río Pilcomayo en General Bruguez – aguas arriba del puente



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



Fotografía 73 - Rio Pilcomayo en General Bruguez – aguas abajo del puente

Río Pilcomayo – Puente Loyola (ID 032):

El muestreo de agua se realizó desde el puente internacional que comunica Clorinda (Argentina) con Falcón (Paraguay).



Fotografía 74 - Rio Pilcomayo en Puente Loyola – aguas arriba del lugar de muestreo (desde margen izquierdo)



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



Fotografía 75 - Río Pilcomayo en Puente Loyola – aguas abajo del lugar de muestreo (desde margen izquierdo)

Río Confuso – Cadete Pando (ID 042):

El lecho del río estaba seco y existía crecimiento de arbustos y pasto como se observan en las siguientes fotografías.



Fotografía 76 - Río Confuso en Cadete Pando – aguas arriba del puente



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



Fotografía 77 - Río Confuso en Cadete Pando – aguas abajo del puente

Río Confuso – Villa Hayes (ID 037):

El muestreo de agua se realizó a la altura del puente carretero de la ruta PY0 09.



Fotografía 78 - Río Confuso en Villa Hayes – Aguas arriba de punto de muestreo



Fotografía 79 - Río Confuso en Villa Hayes – aguas abajo del punto de muestreo



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

Bañado Las Garzas (ID 249):

En el lugar no se encontró agua y había crecimiento de arbustos y pasto seco.



Fotografía 80 - Bañado Las Garzas en la ruta Pozo Colorado a Gral. Díaz – a la izquierda del puente



Fotografía 81 - Bañado Las Garzas en la ruta Pozo Colorado a Gral. Díaz – a la derecha del puente

Río Montelindo – Hacienda Santa Ana (ID 346):

No existía conectividad en el lugar por lo que no se tomaron muestras:



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



Fotografía 82 - Río Montelindo en la Hacienda Santa Ana– aguas arriba del puente



Fotografía 83 - Río Montelindo en la Hacienda Santa Ana– aguas abajo del puente

Río Montelindo – Ruta 9 (ID 039):

La muestra se tomó aguas abajo del puente carretero antiguo.



Fotografía 84 - Río Montelindo – aguas arriba del lugar de muestreo



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



Fotografía 85 - Río Montelindo – aguas abajo del lugar de muestreo

Río Negro – Tinfunke (ID 347):

La muestra se tomó del puente que atraviesa el reservorio.



Fotografía 86 - Tinfunke – aguas arriba del camino.



Fotografía 87 - Tinfunke – Vista del camino que atraviesa la zona



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

Río Negro – Ruta 9 (ID 038):

En el momento del muestreo se presentó una lluvia que alteró las características físico químicas del río como se observa en las fotografías siguientes, por lo que no se tomó muestra.



Fotografía 88 - Río Negro en ruta PY09 – aguas arriba del lugar de muestreo



Fotografía 89 - Río Negro en ruta PY09 – aguas abajo del lugar de muestreo

Río Verde – Ruta 9 (ID 040):

Existían tramos con pozas de agua a lo largo del río por lo que no se tomó muestras.



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



Fotografía 90 - Río Verde – vista aguas arriba del puente



Fotografía 91 - Río Verde – vista aguas abajo del puente

Síntesis

Los resultados de las muestras de agua tomadas durante la primera campaña extensiva coinciden, en general, con los rangos obtenidos en años anteriores, con algunas excepciones. En Cotagaita el pH registrado se encontró por debajo del valor mínimo histórico y por el contrario en la estación General Bruguez se registró un valor de pH por encima del máximo histórico. Asimismo, se registraron valores por debajo de la mínima para la conductividad en las estaciones Tupiza, Liviara, Yocalla, Viña Quemada, Tacobamba antes del Pilcomayo, San Josecito y Puente Aruma, mientras que en General Bruguez la conductividad fue mayor al máximo histórico.

En algunos sitios de muestreo de la cuenca alta, se observaron condiciones típicas de la época de lluvia, midiéndose altos niveles de turbidez en esta región (valores mayores a 1000 NTU) en los puntos sobre el río principal y sus afluentes, con excepción de la subcuenca Tarapaya y Liviara. En contraste, en los puntos de monitoreo de la cuenca baja - desde la zona de Embocadura hacia el Río Paraguayo - se registraron valores que indicaban características propias del período de transición de época húmeda a época seca observándose algunos cursos de agua secos o mostraron discontinuidad como Cadete Pando, Bañado Las Garzas, Montelindo en Santa Ana, y ríos Negro y Verde en la ruta PY09.

En general, los valores de pH del río Pilcomayo varían de ligeramente alcalinos a alcalinos con una tendencia que va desde un pH 7.5 a 8.7. En esta oportunidad, debido a las condiciones de crecida, se midieron pHs menores a la mediana o al percentil 25 (como en el caso del río Pilcomayo antes del



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

Tacobamba, Villa Montes y Misión La Paz), en parte atribuible a que el pH del agua de lluvia tiende a ser ligeramente ácido.

En la cabecera del Pilcomayo, en Yocalla, un área con poca actividad antrópica, se midió un pH de 8.05 (alcalino), que aumentó a 8.41 en Talula y fue disminuyendo a 7.60 en Misión La Paz/Pozo Hondo, manteniéndose alrededor de este valor hasta General Díaz (Paraguay) y Bañado La Estrella (Argentina).

En cuanto a la conductividad por las condiciones de crecida registró valores alrededor de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta El Potrillo en la Argentina, y de 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta Gral. Díaz en el Paraguay.

Hasta la sección de Villa Montes se midieron altos porcentajes de saturación de oxígeno, esto en concordancia con los regímenes turbulentos de los cursos hasta dicha sección. Desde la mencionada sección hasta Misión la Paz estos niveles disminuyen no solo por los altos contenidos de sólidos en suspensión sino también por la disminución en la pendiente de fondo que se presenta en la cuenca baja.