

# INFORME TÉCNICO

Aforo de Caudal Líquido en los ríos de la  
cuenca del embalse San Roque

Diciembre | 2024

## ÍNDICE

I.	Objetivo .....	2
II.	Zona de estudio.....	2
III.	Instrumento utilizado.....	3
III. A.	FlowTracker 2.....	3
IV.	Resultados.....	4
IV. A.	Río Cosquín.....	4
IV. B.	Arroyo Las Mojarras.....	5
IV. C.	Arroyo Los Chorrillos.....	7
IV. D.	Río San Antonio .....	9
	ANEXO A.....	13
	Fotografías de secciones de medición de caudal el 17/12/2024.....	13

<b>Elaboró</b>  INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024
	<b>Revisión:</b>	01
<b>Página 1 de 16</b>		
INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - <a href="mailto:cirsa@ina.gob.ar">cirsa@ina.gob.ar</a>		

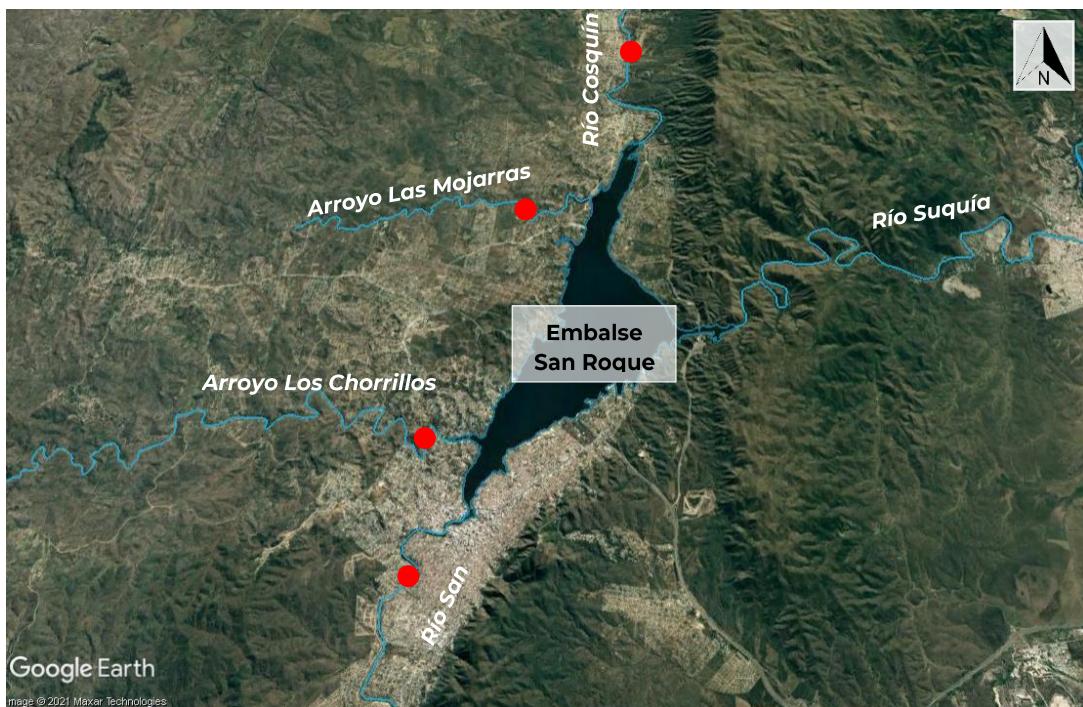
## I. OBJETIVO

El objetivo del presente informe es detallar los resultados de los aforos de caudal líquido superficial escurrido en los ríos afluentes al embalse San Roque: el río Cosquín, el arroyo Las Mojarras, el arroyo Los Chorrillos y el río San Antonio, realizados el día 17 de diciembre de 2024 en el marco de la Actividad Permanente "Monitoreo del Embalse San Roque, gestión de información de calidad de aguas y cianobacterias en la región semiárida" conducida por INA-CIRSA en convenio con la empresa ACSA.

## II. ZONA DE ESTUDIO

En la Figura 1 se muestra los tributarios del embalse San Roque recorridos en la campaña del día 17 de diciembre de 2024. En color rojo están indicados los sitios de medición:

- en el río Cosquín Lat. 31°17'50"S Long. 64°27'35"O;
- el arroyo Las Mojarras Lat. 31°20'26"S Long. 64°29'15"O;
- el arroyo Los Chorrillos Lat. 31°24'0"S Long. 64°30'35"O; y
- el río San Antonio Lat. 31°2'54"S Long. 64°30'38"W.



**Figura 1.-** Zona de estudio y sitios de medición de campaña del 17/12/2024.

<b>Elaboró</b> INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24	
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024	
	<b>Revisión:</b>	01	<b>Página 2 de 16</b>
INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - <a href="mailto:cirsa@ina.gob.ar">cirsa@ina.gob.ar</a>			

### III. INSTRUMENTO UTILIZADO

El instrumento utilizado para la medición de velocidad del flujo y determinación del caudal líquido superficial es del tipo acústico Doppler (AD). Con este tipo de instrumento se miden localmente velocidades bidimensionales del flujo, utilizando el principio de corrimiento de fase Doppler. El emisor de sonido genera una señal acústica en una frecuencia conocida que se propaga a través del agua a lo largo de su eje, y es reflejada por partículas presentes en el agua (sedimento, organismos pequeños, burbujas), que se asume se desplazan a la velocidad del agua y deben tener inercia muy pequeña. Una cierta porción de la energía reflejada vuelve a lo largo de los ejes de los receptores, la señal es registrada y procesada por los distintos componentes del AD para determinar el cambio de frecuencia debido al efecto Doppler.

#### III. A. FLOWTRACKER 2

El ADV (Acoustic Doppler Velocity) "FlowTracker2", fabricado por la compañía YSI/Sontek® (Figura 3), cuenta con la barra graduada cada 2cm. Sus principales características son:

- Rango de velocidad de flujo a medir: 0,001 a 4,0 m/s (precisión:  $\pm 1\%$  del valor medido,  $\pm 0,25$  cm/s)
- Rango de profundidad de trabajo: 0,02 a 10,0 m (resolución 0,01 m)
- Frecuencia acústica: 10 MHz



**Figura 2.-** FlowTracker2 de SonTek.

La medición de caudal con este tipo de instrumento se realiza conforme al procedimiento clásico de verticales con barras convencionales (vadeo). Las mediciones se hicieron en más de 10 verticales, y un tiempo de 40 segundos por punto. Se utilizó el método MID Section para calcular el flujo de la sección.

<b>Elaboró</b>  INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024
	<b>Revisión:</b>	01
<b>Página 3 de 16</b>		
INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - <a href="mailto:cirsa@ina.gob.ar">cirsa@ina.gob.ar</a>		

## IV. RESULTADOS

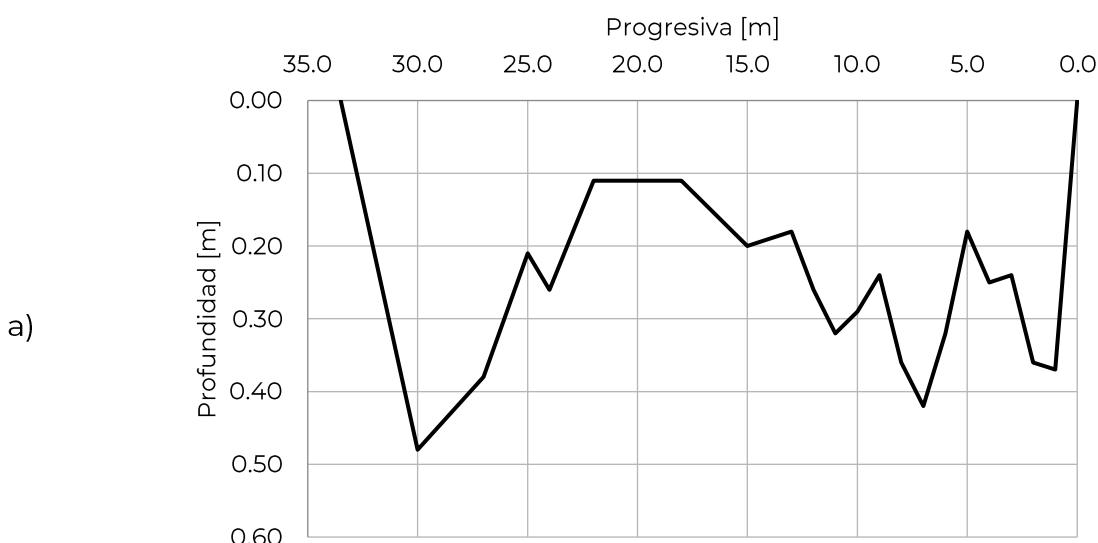
### IV. A. RÍO COSQUÍN

El aforo con **FlowTracker2** resultó en un **caudal líquido de 0,91 +/- 0,08 m<sup>3</sup>/s**. La medición se inició a las 09:30 hs. En la Figura A 1, Figura A 2 y Figura A 3 del Anexo A se puede ver la sección de aforo y la condición del río Cosquín al momento del aforo.

En la Tabla 1 se presenta un resumen de los parámetros hidráulicos determinados en el aforo con FlowTracker2; y en la Figura 3 la sección transversal, el perfil de velocidades y caudal aforado.

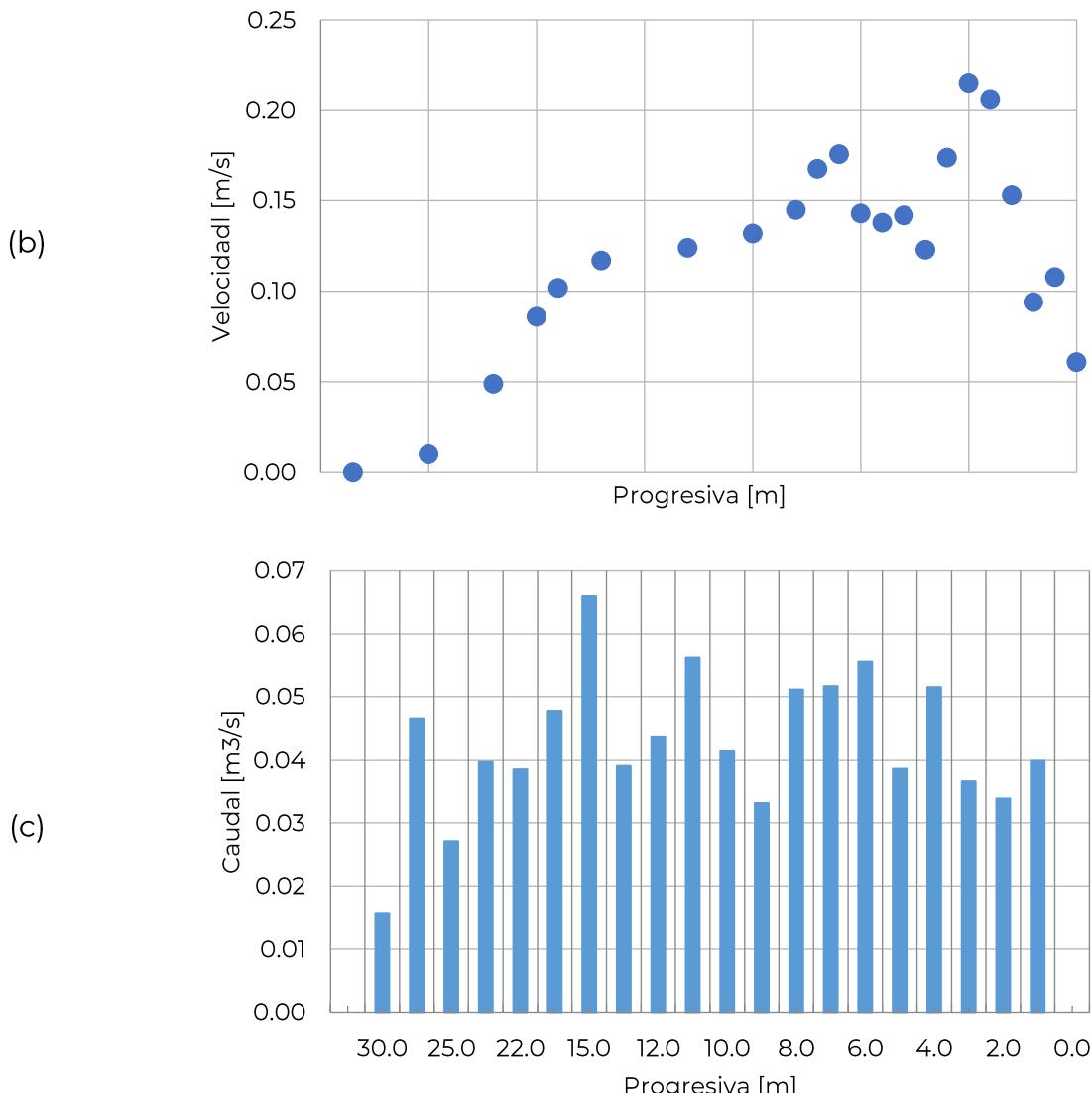
**Tabla 1.-** Caudal y parámetros hidráulicos del río Cosquín, determinados el 17/12/2024.

Instrumento	FlowTracker2
<b>Cantidad de Estaciones</b>	22
<b>Caudal [m<sup>3</sup>/s]</b>	0,91
<b>Velocidad media [m/s]</b>	0,11
<b>Ancho [m]</b>	33,50
<b>Profundidad media [m]</b>	0,25
<b>Área [m<sup>2</sup>]</b>	8,31
<b>Temperatura [°C]</b>	23,8
<b>Incertidumbre [m<sup>3</sup>/s]</b>	0,08



<b>Elaboró</b>  INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024
	<b>Revisión:</b>	01

INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - [cirsa@ina.gob.ar](mailto:cirsa@ina.gob.ar)



**Figura 3.-** (a) Sección transversal del río Cosquín en el sitio de medición, (b) perfil de velocidades medido y (c) caudal aforado. La progresiva 0,00 se corresponde con la margen derecha.

La distancia al agua registrada por el sensor de APRHI – 30348 Rio Cosquín Villa Caeiro fue de **H<sub>Caeiro</sub>= 6,67 m** que corresponde a un nivel del río de **1,03 m** en la sección del sensor.

## IV. B. ARROYO LAS MOJARRAS

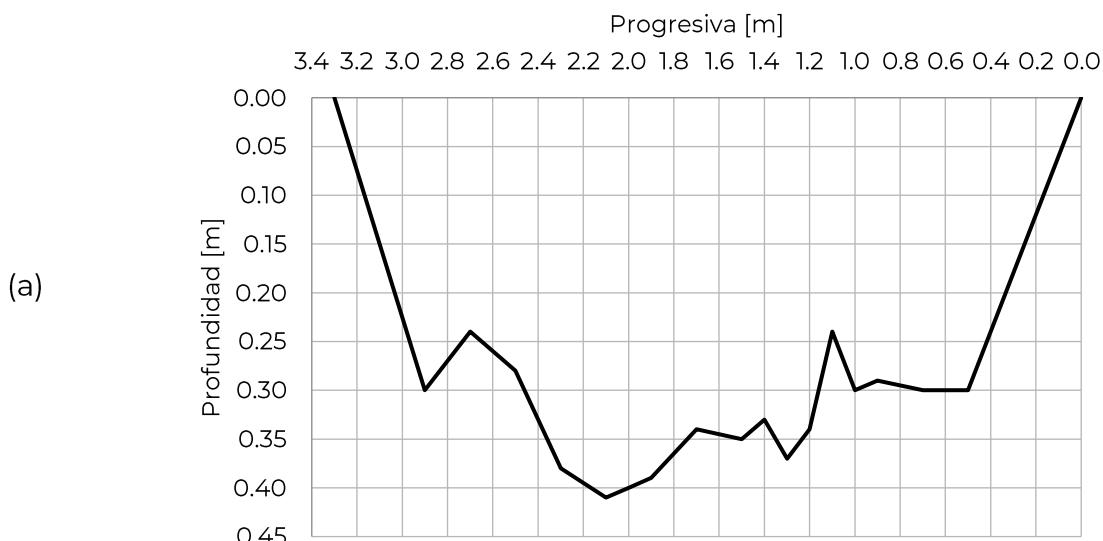
El aforo con **FlowTracker2** en el arroyo Las Mojarras resultó en un **caudal** de **0,11 +/- 0,01 m³/s**. La medición comenzó a las 10:40 hs. En la Figura A 4, Figura A 5 y Figura A 6 del Anexo A se puede ver el personal del instituto iniciando el aforo y la condición del arroyo Las Mojarras en ese momento.

<b>Elaboró</b>  INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24	
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024	
	<b>Revisión:</b>	01	<b>Página 5 de 16</b>
INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - <a href="mailto:cirsa@ina.gob.ar">cirsa@ina.gob.ar</a>			

En la Tabla 2 se presenta un resumen de los parámetros hidráulicos determinados en el aforo con FlowTracker2; y en la Figura 3 se pueden ver la sección transversal, el perfil de velocidades y caudal aforado.

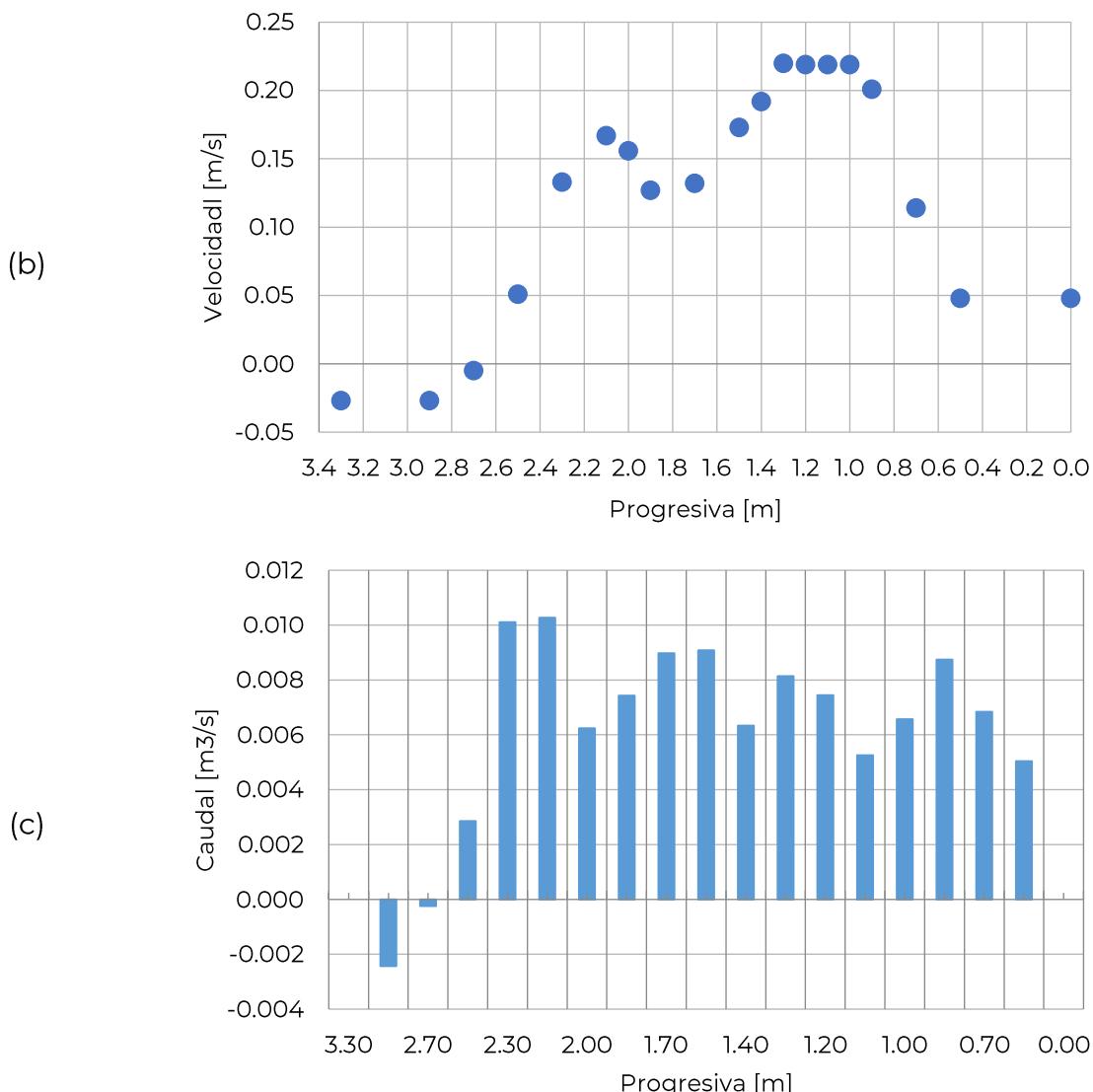
**Tabla 2.-** Caudal y parámetros hidráulicos del arroyo Las Mojarras, determinados el 17/12/2024.

Instrumento	FlowTracker2
<b>Cantidad de Estaciones</b>	19
<b>Caudal [m<sup>3</sup>/s]</b>	0,11
<b>Velocidad media [m/s]</b>	0,12
<b>Ancho [m]</b>	3,30
<b>Profundidad media [m]</b>	0,28
<b>Área [m<sup>2</sup>]</b>	0,92
<b>Temperatura [°C]</b>	23,41
<b>Incertidumbre [m<sup>3</sup>/s]</b>	0,004



<b>Elaboró</b>  INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024
	<b>Revisión:</b>	01

INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - cirsa@ina.gob.ar



**Figura 4.-** (a) Sección transversal del arroyo Las Mojarras en el sitio de medición, (b) perfil de velocidades medido y (c) caudal aforado. La progresiva 0,00 se corresponde con la margen derecha.

Se midió la profundidad del agua en el vertedero ubicado aguas arriba de la sección de medición. Se midieron 30,2 cm respecto al muro izquierdo y 23,9 cm respecto al derecho (considerando la dirección del flujo, desde aguas arriba hacia aguas abajo).

#### IV. C. ARROYO LOS CHORRILLOS

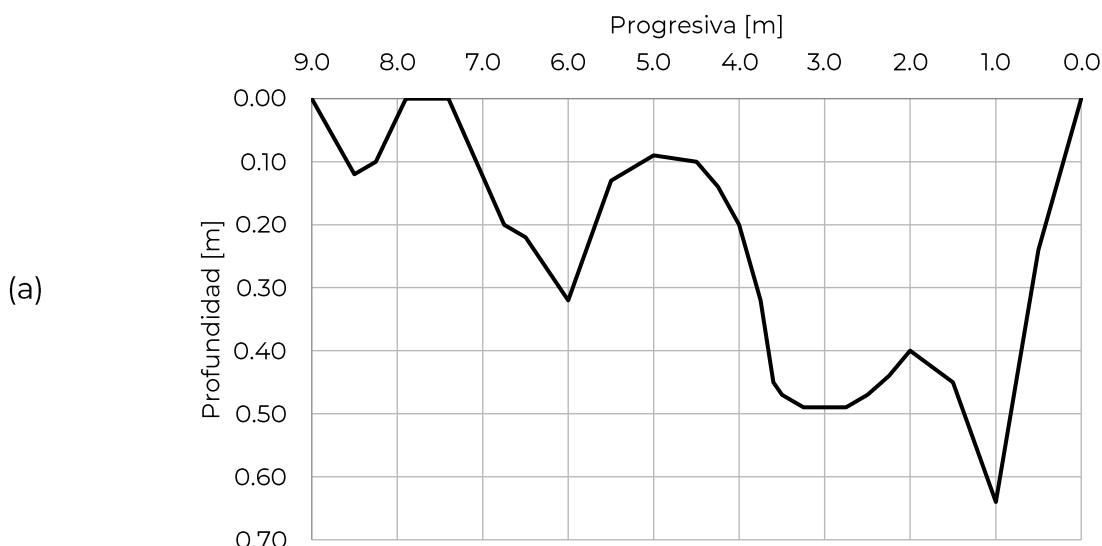
El aforo en el arroyo Los Chorrillos se realizó con FlowTracker2, comenzando a las 12:05 hs. Resultó un **caudal líquido de 0,29 +/- 0,03 m<sup>3</sup>/s**. En la Figura A 7 del Anexo A se puede ver la condición del arroyo en ese momento.

<b>Elaboró</b>  INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24	
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024	
	<b>Revisión:</b>	01	<b>Página 7 de 16</b>
INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - <a href="mailto:cirsa@ina.gob.ar">cirsa@ina.gob.ar</a>			

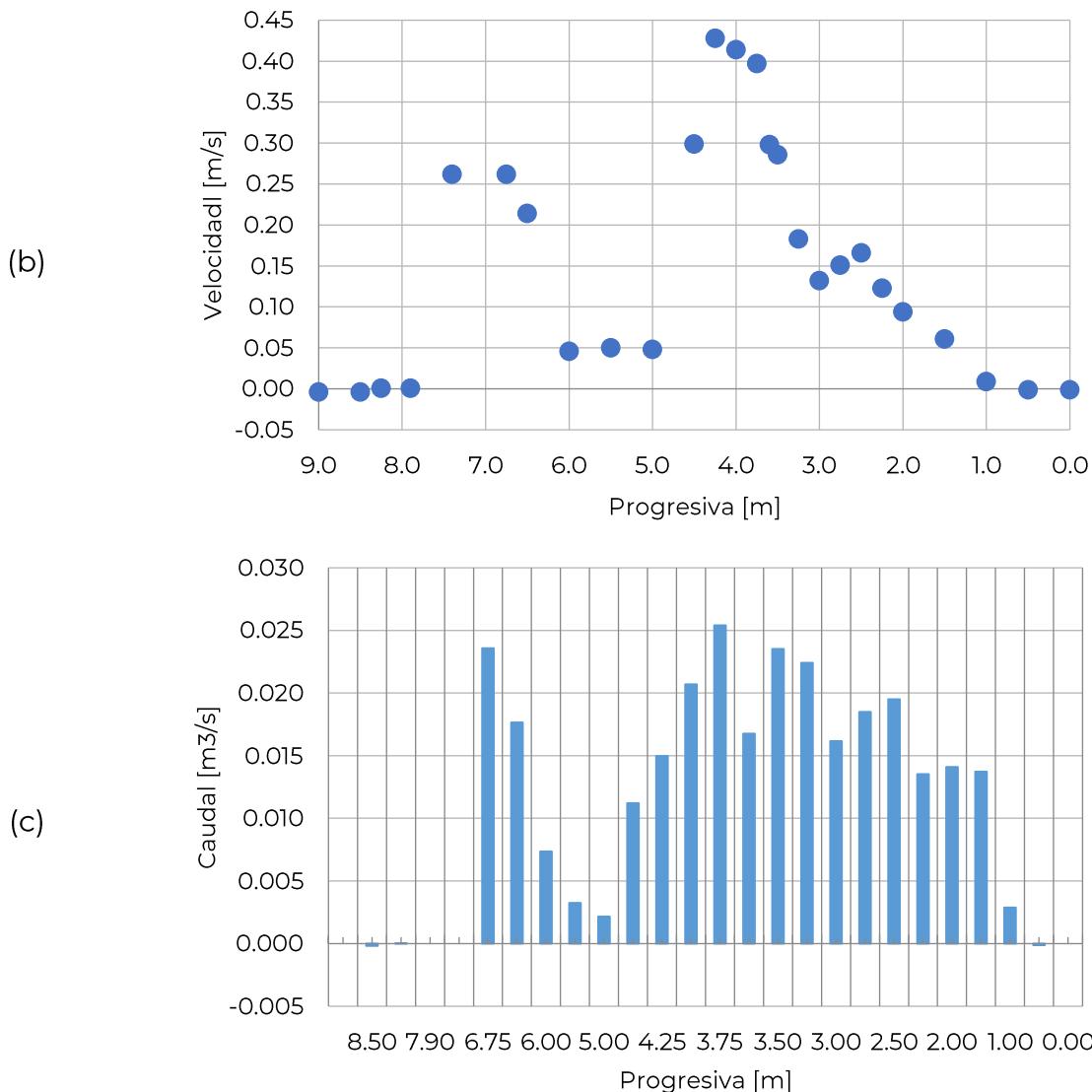
En la Tabla 3 se presenta un resumen de los parámetros hidráulicos determinados en el aforo, y en la Figura 5 se muestran la sección transversal, el perfil de velocidades y caudal aforado en el arroyo Los Chorrillos.

**Tabla 3.-** Caudal y parámetros hidráulicos del arroyo Los Chorrillos, determinados el 17/12/2024.

<b>Cantidad de Estaciones</b>	26
<b>Caudal [m<sup>3</sup>/s]</b>	0,29
<b>Velocidad media [m/s]</b>	0,13
<b>Ancho [m]</b>	8,50
<b>Profundidad media [m]</b>	0,27
<b>Área [m<sup>2</sup>]</b>	2,25
<b>Temperatura [°C]</b>	24,7
<b>Incertidumbre [m<sup>3</sup>/s]</b>	0,03



<b>Elaboró</b>  INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024
	<b>Revisión:</b>	01
<b>Página 8 de 16</b>		
INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - <a href="mailto:cirsa@ina.gob.ar">cirsa@ina.gob.ar</a>		



**Figura 5.-** (a) Sección transversal del arroyo Los Chorrillos en el sitio de medición, (b) perfil de velocidades medido y (c) caudal aforado. La progresiva 0,00 se corresponde con la margen derecha.

#### IV. D. RÍO SAN ANTONIO

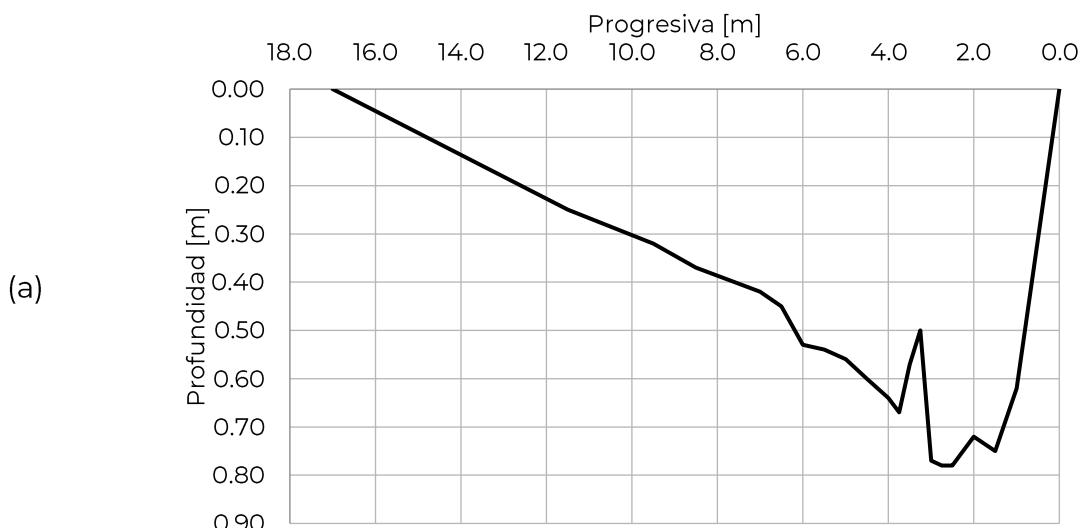
El aforo con **FlowTracker2** resultó en un **caudal** de **1,27 +/- 0,08  $\text{m}^3/\text{s}$** . La medición comenzó a las 13:15 hs. En la Figura A 8, Figura A 9 y Figura A 10 del Anexo A se puede ver la sección de aforo y la condición del río San Antonio al momento del aforo.

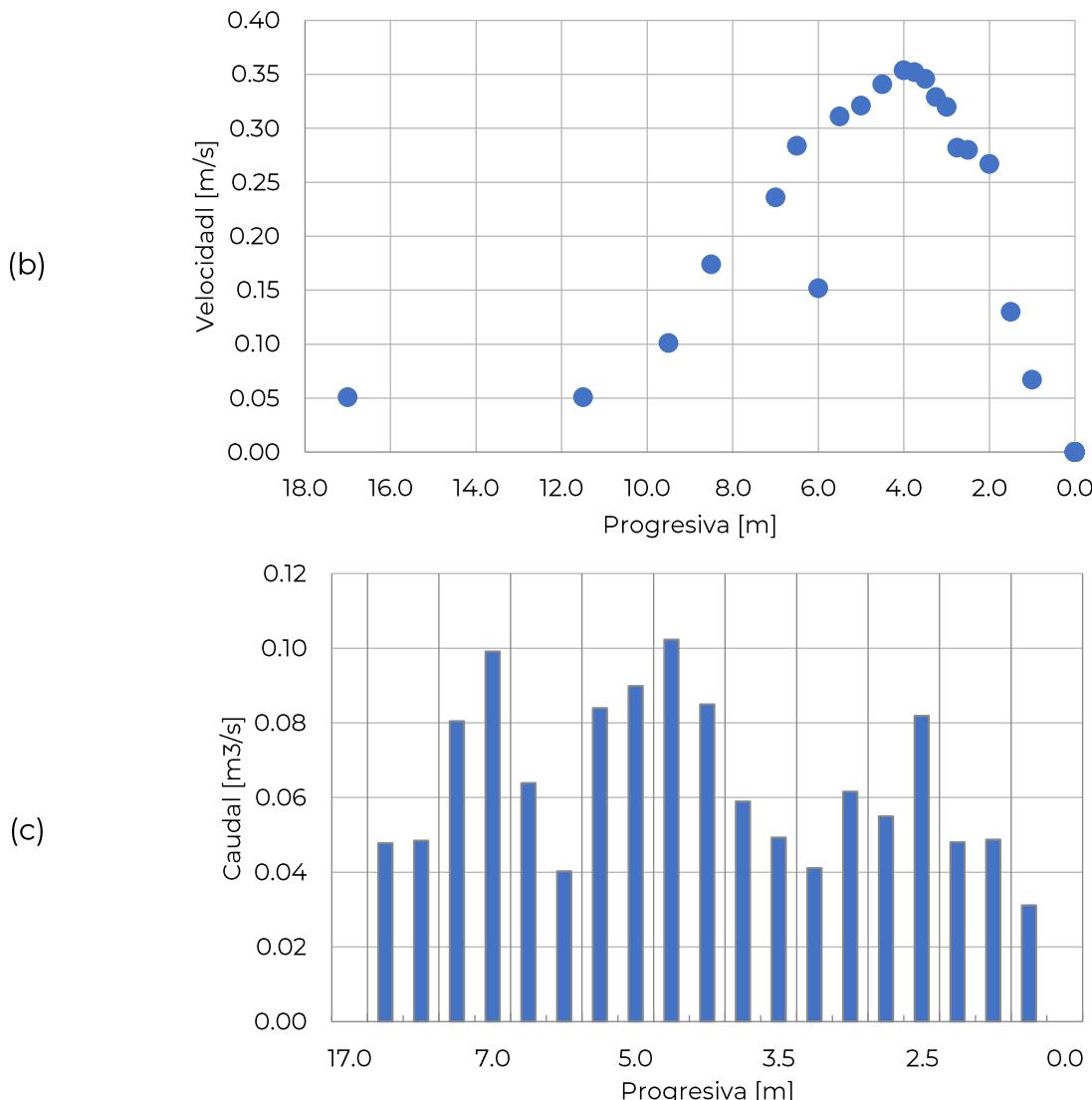
En la Tabla 4 se presenta un resumen de los parámetros hidráulicos determinados en el aforo con FlowTracker2; y en la Figura 7 la sección transversal, el perfil de velocidades y caudal aforado con cada instrumento.

<b>Elaboró</b>  INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24	
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024	
	<b>Revisión:</b>	01	<b>Página 9 de 16</b>
INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - <a href="mailto:cirsa@ina.gob.ar">cirsa@ina.gob.ar</a>			

**Tabla 4.-** Caudal y parámetros hidráulicos del río San Antonio, determinados el 17/12/2024.

Instrumento	FlowTracker2
<b>Cantidad de Estaciones</b>	21
<b>Caudal [m<sup>3</sup>/s]</b>	1,27
<b>Velocidad media [m/s]</b>	0,20
<b>Ancho [m]</b>	17,00
<b>Profundidad media [m]</b>	0,36
<b>Área [m<sup>2</sup>]</b>	6,20
<b>Temperatura [°C]</b>	26,5
<b>Incertidumbre [m<sup>3</sup>/s]</b>	0,08



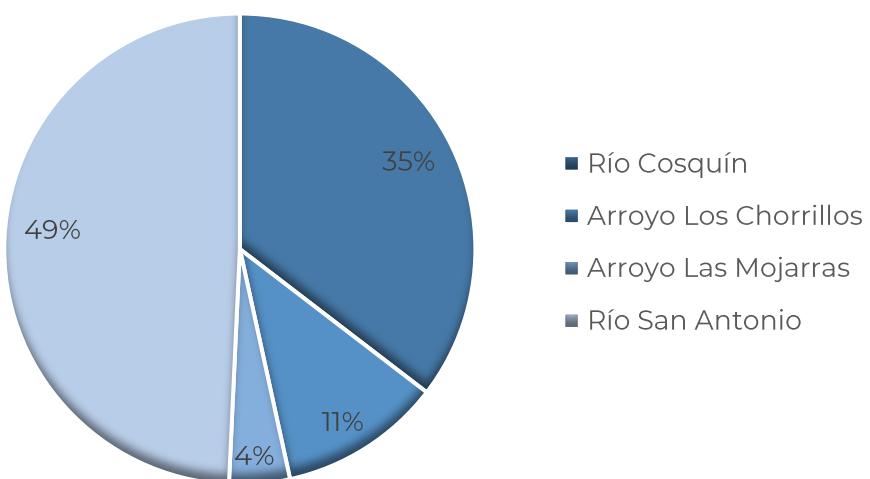


**Figura 6.-** (a) Sección transversal del río San Antonio en el sitio de medición, (b) perfil de velocidades medido y (c) caudal aforado. La progresiva 0.00 se corresponde con la margen izquierda.

La altura registrada por el sensor de APRHI – 30391 Rio San Antonio - Puente Juncal fue de **H<sub>Juncal</sub>= 5,87 m** que corresponde a un nivel del río de **0,43 m** en la sección del sensor.

A modo de síntesis, en la Figura 7 se representan los caudales aportados por cada uno de los ríos tributarios al embalse San Roque durante la campaña de monitoreo, realizada el 17/12/2024.

<b>Elaboró</b>  INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24	
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024	
	<b>Revisión:</b>	01	<b>Página 11 de 16</b>
INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - <a href="mailto:cirsa@ina.gob.ar">cirsa@ina.gob.ar</a>			



**Figura 7.** Caudales aportados por ríos tributarios al embalse San Roque, el día 17/12/2024.

<b>Elaboró</b>  INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024
	<b>Revisión:</b>	01
INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - <a href="mailto:cirsa@ina.gob.ar">cirsa@ina.gob.ar</a>		

## ANEXO A

### FOTOGRAFÍAS DE SECCIONES DE MEDICIÓN DE CAUDAL EL 17/12/2024



Figura A 1. Río Cosquín, sección Villa Caeiro

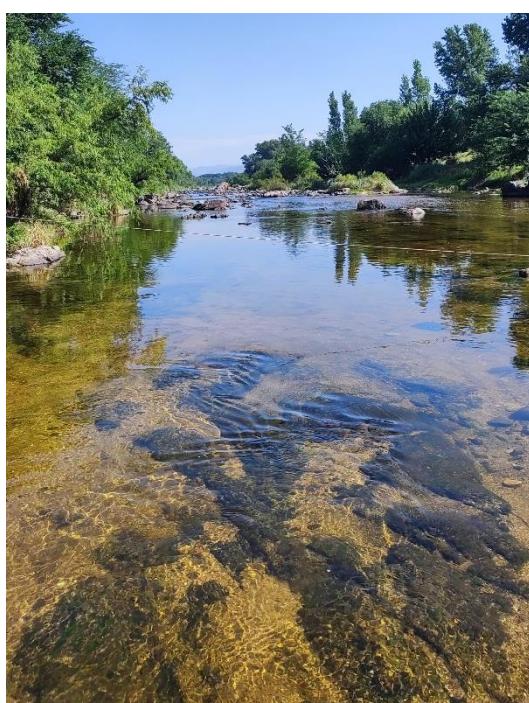


Figura A 2. Río Cosquín desde margen derecha.



Figura A 3. Río Cosquín desde margen izquierdo.

<b>Elaboró:</b> INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b> INA-CRS-IT-134-24
	<b>Emisión:</b> 23 de diciembre de 2024
	<b>Revisión:</b> 01
INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - <a href="mailto:cirsa@ina.gob.ar">cirsa@ina.gob.ar</a>	

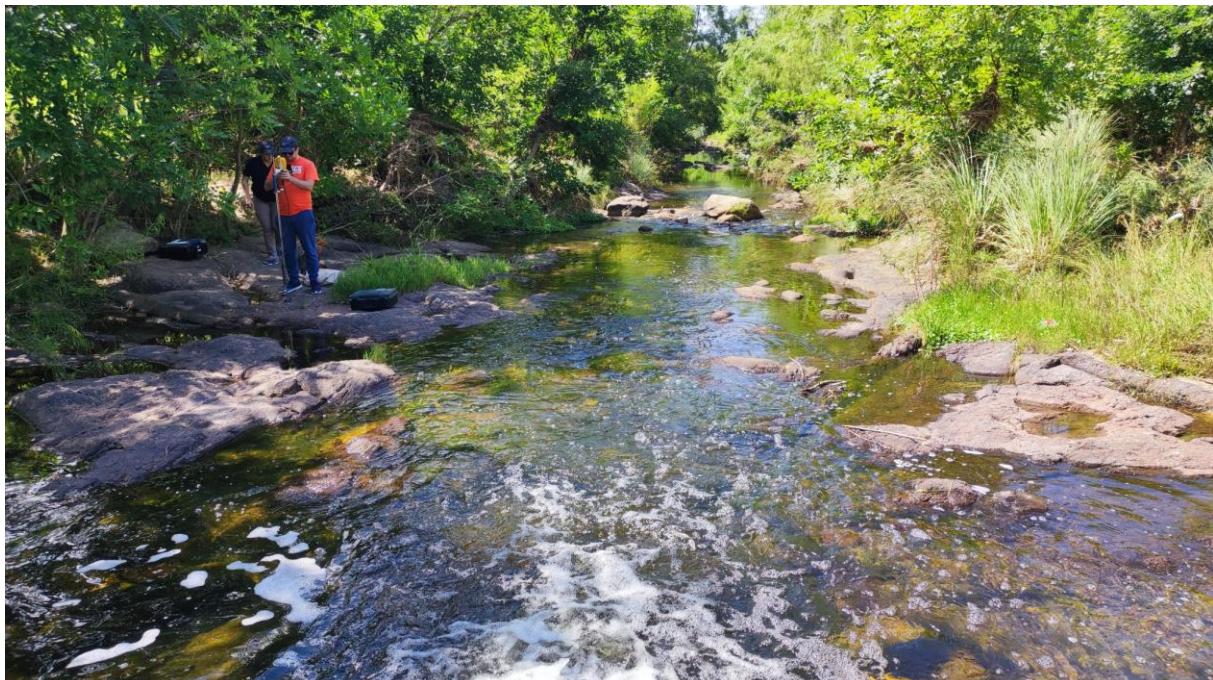


Figura A 4. Arroyo Las Mojarras, vista desde el azud



Figura A 5. Arroyo Las Mojarras, desde margen derecha

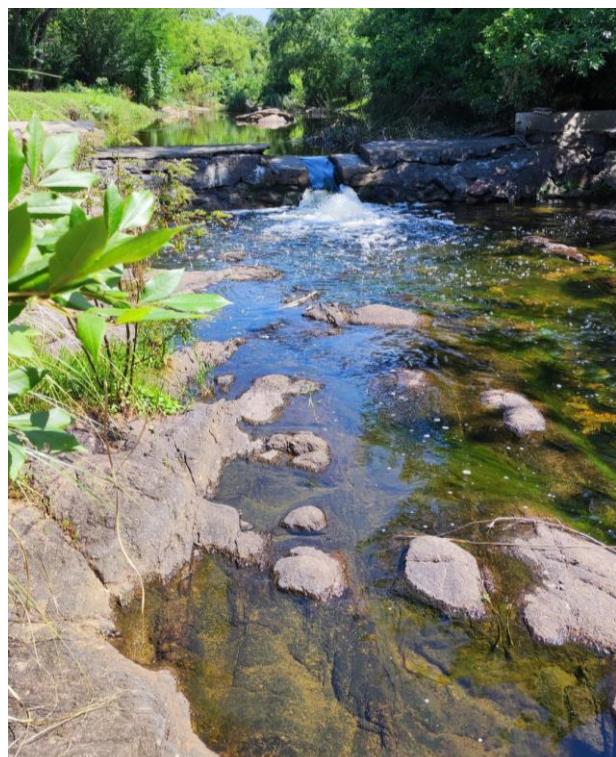


Figura A 6. Arroyo Las Mojarras y azud desde margen izquierda

<b>Elaboró</b>  INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024
	<b>Revisión:</b>	01



Figura A 7. Arroyo Los Chorrillos, desde margen derecha



Figura A 8. Río San Antonio, sección de medición

<b>Elaboró</b>  INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024
	<b>Revisión:</b>	01
INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - <a href="mailto:cirsa@ina.gob.ar">cirsa@ina.gob.ar</a>		



Figura A 9. Río San Antonio, desde margen izquierda

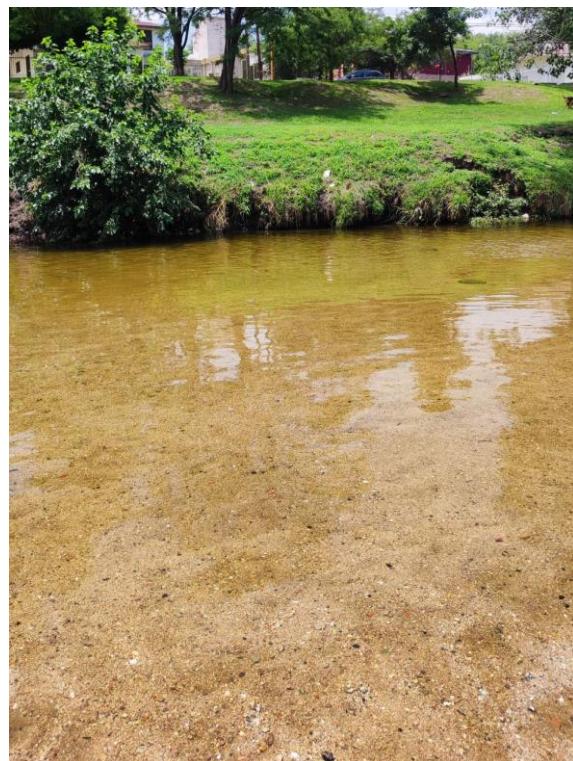


Figura A 10. Río San Antonio, vista hacia margen derecha

<b>Elaboró</b>  INA- CIRSA - Área Hidrología	<b>Código:</b>	INA-CRS-IT-134-24
	<b>Emisión:</b>	23 de diciembre de 2024
	<b>Revisión:</b>	01
INA, Instituto Nacional del Agua – CIRSA, Centro de la Región Semiárida - <a href="mailto:cirsa@ina.gob.ar">cirsa@ina.gob.ar</a>		