

# **SIMAC**

SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALDAS



## **INFORME DE AFOROS EN RÍOS Y QUEBRADAS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS**

# **2025**







# **Informe de aforos de caudal líquido y sólido en ríos y quebradas en el departamento de Caldas**

## 1 CONTENIDO

---

1	CONTENIDO .....	4
2	INTRODUCCIÓN .....	7
3	DESCRIPCIÓN.....	12
4	METODOLOGÍA .....	18
4.1	Selección de la sección de aforo .....	18
4.2	Levantamiento topográfico.....	19
4.3	Realización del aforo líquido .....	22
4.4	Muestreo de sedimentos.....	26
4.4.1	Transporte por suspensión .....	27
4.4.2	Material del lecho .....	28
4.4.3	Caracterización del lecho .....	28
5	RESULTADOS DE AFOROS LÍQUIDOS .....	30
5.1	Quebrada Cristales – Valles de la alhambra .....	31
5.2	Quebrada Guayabal – Recinto del pensamiento .....	34
5.3	Quebrada Tesorito.....	37
5.4	Quebrada Manizales – Maltería .....	40
5.5	Quebrada El Bohío .....	43
5.6	Quebrada El Guamo – CDI San Sebastián .....	46
5.7	Quebrada El Guamo – Lavadero Los Puentes .....	49
5.8	Quebrada Salinas – Relleno Sanitario EMAS .....	52
5.9	Quebrada El Triunfo – Mirador de Villapilar.....	55
5.10	Quebrada Olivares – Bocatoma.....	58
5.11	Quebrada Olivares – El Popal.....	61
5.12	Quebrada Olivares – Aguas de Manizales .....	64
5.13	Quebrada Olivares – Bomberos voluntarios .....	67
5.14	Quebrada El Perro – Expoferias .....	70
5.15	Quebrada Palogrande – Ruta 30 .....	73

## INFORME DE AFOROS 2025

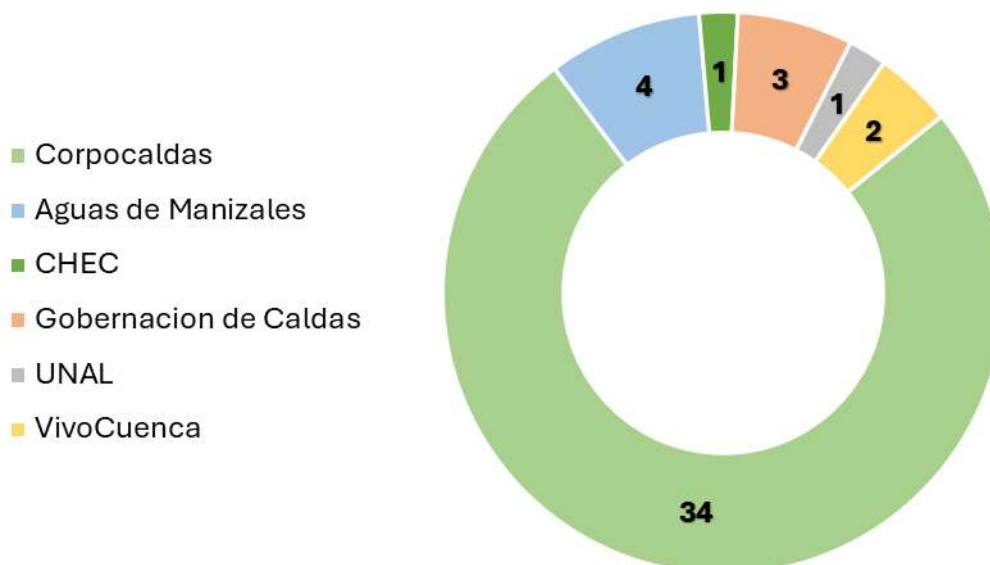
5.16 Quebrada Palogrande – Terminal de transportes .....	76
5.17 Quebrada Marmato – Planta CHEC .....	79
5.18 Quebrada La Francia – Los Puentes .....	82
5.19 Quebrada Las Pavas – Autopistas del Café .....	85
5.20 Quebrada El Rosario – San Marcos de León .....	88
5.21 Quebrada El Rosario – Autopistas .....	91
5.22 Quebrada Manzanares – IBC .....	94
5.23 Río Guacaica – CHEC .....	97
5.24 Río Guacaica - El Jordán .....	100
5.25 Río Rioclaro – La Guayana .....	103
5.26 Río Rioclaro – La Batea .....	106
5.27 Río Chinchiná – Bosque popular .....	109
5.28 Río Chinchiná – El Bosque .....	112
5.29 Río Chinchiná – Cenicafé .....	115
5.30 Río Tapias .....	118
5.31 Río Supía - Supía .....	121
5.32 Río Supía – Los Piononos .....	124
5.33 Río Pozo .....	127
5.34 Río Pácora .....	130
5.35 Río Risaralda – Camping La Palmera .....	133
5.36 Río Santo Domingo – Manzanares .....	136
5.37 Río Pensilvania – Microcentral .....	139
5.38 Río Doña Juana .....	142
5.39 Quebrada Termales .....	146
5.40 Quebrada California .....	147
5.41 Quebrada La Ye .....	149
5.42 Río Guacaica – Bocatoma .....	150
5.43 Río Chinchiná – Bocatoma .....	152
5.44 Río Chinchiná – La Virginia .....	153
5.45 Río Chinchiná – La Zulía .....	156

# INFORME DE AFOROS 2025

6 RESUMEN ECUACIONES DE CALIBRACIÓN.....	159
7 RESULTADOS DE AFOROS DE CAUDAL SÓLIDO .....	162
7.1 Quebrada El Rosario Autopistas .....	163
7.2 Quebrada Olivares – Bocatoma.....	165
7.3 Quebrada Olivares – El Popal.....	167
7.4 Quebrada Salinas – Relleno Sanitario EMAS .....	169
7.5 Quebrada Termales .....	170
7.6 Quebrada California .....	172
7.7 Quebrada La Ye .....	174
7.8 Río Guacaica – Bocatoma .....	176
7.9 Río Chinchiná – La Virginia.....	178
7.10 Río Chinchiná – La Zulia .....	180
7.11 Río Chinchiná – Bocatoma .....	182
7.12 Río Chinchiná – El Bosque.....	183
7.13 Río Chinchiná – Cenicafé .....	185
8 Referencias .....	189

## 2 INTRODUCCIÓN

Este informe tiene como fin presentar la correlación nivel – caudal obtenida a partir de los aforos realizados en 45 estaciones de monitoreo hidrometeorológico (Figura 1), estaciones de propiedad de Corpocaldas, CHEC, Aguas de Manizales, VivoCuenca, Gobernación de Caldas y Universidad Nacional de Colombia.



**Figura 1. Estaciones con medición de caudales por propietario.**

**Fuente: Elaboración propia**

Respecto al informe de aforos anterior (entregado en el 2024) se han presentado algunos cambios con el fin de mejorar dichas curvas de calibración, los que se indican a continuación:

- Constantemente se revisan de manera detallada las series de nivel, comprobando que los valores arrojados por el sensor sean consistentes con otras variables como la de precipitación.
- Se han desarrollado herramientas para la revisión de series de nivel y crear filtros para corregir los datos inconsistentes.

## INFORME DE AFOROS 2025

- Se continúa realizando visitas técnicas de mantenimiento correctivo y preventivo a las estaciones siempre que sea necesario.
- Se integran los aforos realizados a las curvas de calibración de caudales.
- Se incluyen las curvas de calibración de caudales de las estaciones de VivoCuenca:
  - Río Chinchiná – La Virginia
  - Río Chinchiná – La Zulia
- Se han incluido los aforos de caudal líquido y sólido realizados durante la vigencia 2024.

Por esta razón, este informe reemplaza al anterior, es decir, las curvas de calibración propuestas en este informe son las vigentes a la fecha.

Realizar aforos líquidos en una corriente de agua natural o artificial significa determinar el caudal que pasa por la corriente, para diversos fines y en áreas diversas de las ciencias de la tierra. Sin embargo, los aforos no se pueden realizar con frecuencia debido a sus costos y las dificultades que para ello ofrecen las condiciones ambientales, por lo que, una práctica usual es encontrar relaciones de carácter empírico que permitan correlacionar el Nivel ( $z$ ) con el caudal ( $Q$ ).

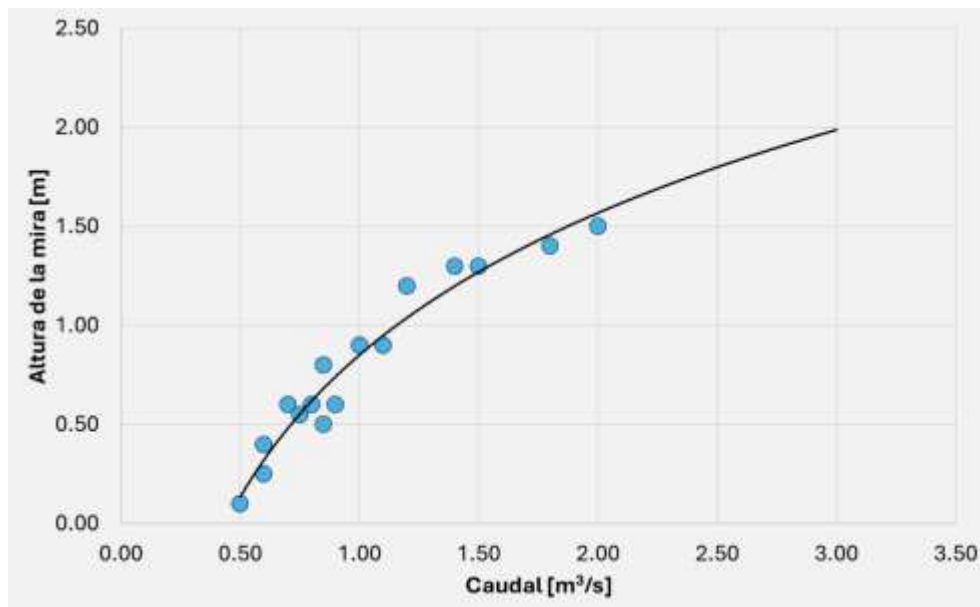
El nivel en comparación con el caudal es una medida que sí se puede determinar fácilmente por medio de observación directa por medio de una mira limnimétrica o un sensor de nivel. De tal forma que, con los aforos realizados se puede obtener una **curva de calibración de la sección de aforos** (denominada también curva de gasto) (Figura 2). Por medio de esta curva se obtienen a su vez los hidrogramas de crecienta de una corriente (Figura 2).

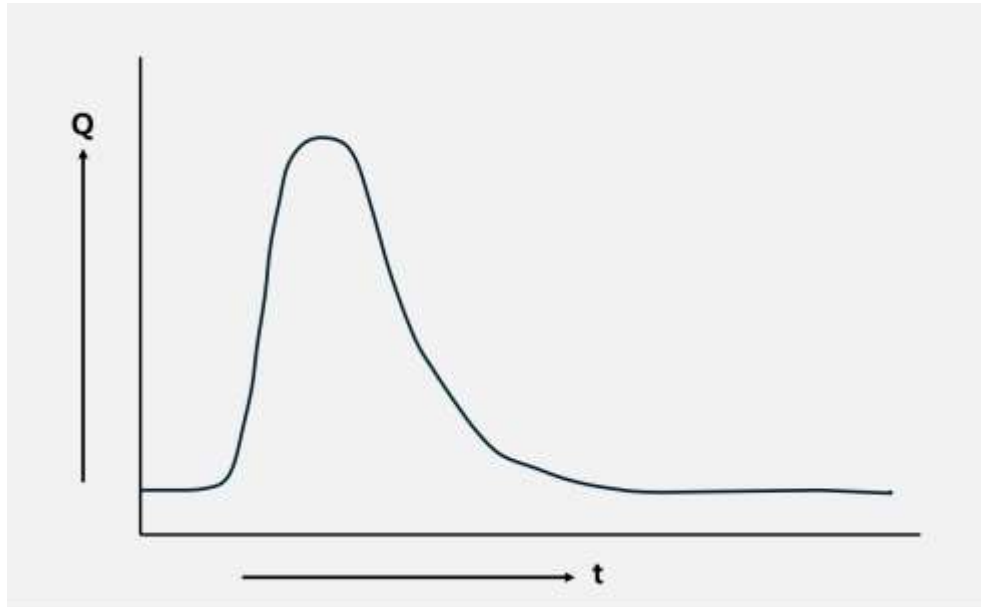


## INFORME DE AFOROS 2025

Para la determinación adecuada de la curva de calibración se requiere un número apropiado de aforos, y entre mayor es el número, mejor es la correlación obtenida. No existe uniformidad en la cantidad de aforos requeridos, el IDEAM realiza mínimo dos (2) al año (IDEAM, 2017), mientras que otros autores recomiendan diez (10) o más (Marbello Pérez, 2013) pero se considera que lo correcto es determinar el número de aforos a realizar según las condiciones del río (OMM, 2011).

En ríos de morfología constante, estable o poco variable, la curva de calibración puede ser considerada unívoca y estable. Pero muy pocos ríos cumplen esta condición y menos los considerados ríos de montaña (Posada García, 1994).





**Figura 2. Curva de calibración de una sección hipotética (arriba), hidrograma de una creciente hipotética (abajo).  
Fuente: Elaboración propia**

Para determinar dicha correlación, se han utilizado durante mucho tiempo ecuación empíricas de tipo potencial, como la mostrada a continuación.

$$Q = c(z - z_0)^b \quad \textbf{(Ecuación 1)}$$

Donde **Q** es el caudal estimado (m<sup>3</sup>/s), **z** es el nivel medido en la mira, limnógrafo o sensor de nivel, **z<sub>0</sub>** es el nivel para un caudal cero (0), **b** y **c** son parámetros de calibración obtenidos por medio de los aforos. En ocasiones se han usado expresiones polinomiales para las curvas de calibración de caudales (Herschy, 2009).

$$Q = c_0 + c_1z + c_2z^2 + \dots + c_mz^m \quad \textbf{(Ecuación 2)}$$

Expresiones polinomiales (Ecuación 2) tienen la ventaja de adaptarse a cualquier forma de la curva, sin embargo, estas no representan una explicación física del fenómeno (Shiklomanov et al.,

2006), y esta forma de calcular el caudal presenta el inconveniente de que no sirve para niveles superiores de flujo, si existen diferencias en las formas de la sección transversal (Martínez Plata, 2012).

Otra manera de obtener las curvas de calibración es mediante el uso del método área – velocidad, que emplea la ecuación de base física siguiente:

$$Q = vA \quad \textbf{(Ecuación 3)}$$

Esta ecuación presenta una base física y siempre tendrá mayor precisión que la anterior; sin embargo, la dificultad radica en establecer una ecuación de velocidad que represente adecuadamente la corriente. Tradicionalmente, se han utilizado las ecuaciones de Chezy o Manning (Ecuación 4) y (Ecuación 5) respectivamente)

$$v = cS_0^{1/2}Rh^{1/2} \quad \textbf{(Ecuación 4)}$$

$$v = \frac{1}{n}S_0^{1/2}Rh^{2/3} \quad \textbf{(Ecuación 5)}$$

Donde **v** es la velocidad del flujo (m/s), **C** y **n** son los coeficientes de rugosidad de la superficie sólida de Chezy y Manning respectivamente, **S<sub>0</sub>** es la pendiente de la línea de energía (que para este caso se considera igual a la pendiente de la superficie del agua e igual a la pendiente del fondo del río) y **Rh** es el radio hidráulico.

Estas ecuaciones fueron desarrolladas para flujo uniforme, es decir, considerando que ni el área ni la pendiente de fondo cambian, y que la pendiente friccional es similar a la pendiente de fondo. Esto no es frecuente en condiciones naturales, aunque en algunos casos las perturbaciones son tan pequeñas que se pueden despreciar. No ocurre así cuando la rugosidad de fondo tiene un papel importante en la



hidrodinámica ya que para estos casos las ecuaciones anteriores generan grandes errores en los cálculos. Tal es el caso de los ríos de montaña, donde los sedimentos son de gran tamaño y la rugosidad juega un papel fundamental en el comportamiento hidráulico de la sección. En dicho caso, se recomienda utilizar el método área-velocidad para el cálculo del caudal, combinado con la ley de velocidad determinada por medio de los estudios Prandtl-Von Karman (Posada García, 1994)

$$v = \left( 5.75 \log \frac{12.2 R_h}{K'_s} \right) \sqrt{g R_h S_f} \quad \text{(Ecuación 6)}$$

Donde **v** es la velocidad del flujo (m/s), **R<sub>h</sub>** es el radio hidráulico, **K'<sub>s</sub>** es la rugosidad del fondo, **g** es la aceleración de gravedad y **S<sub>f</sub>** es la pendiente friccional. La rugosidad del fondo se debe calibrar por medio de los parámetros obtenidos en campo, y dependerá del tamaño de las partículas así:

$$\begin{aligned} K'_s &= 3d_{90} \\ K'_s &= 3.5d_{84} \\ K'_s &= 5.2d_{65} \\ K'_s &= 6.8d_{50} \end{aligned} \quad \text{(Ecuación 7)}$$

La cantidad de aforos necesaria para obtener la mejor correlación entre el nivel y el caudal es variable y depende en general de las características de la corriente a aforar; sin embargo, la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales recomienda 10 aforos.

### 3 DESCRIPCIÓN

---

Los ríos y quebradas en los cuales se realizaron los aforos incluyen estaciones hidrometeorológicas que pertenecen a las redes del SIMAC denominadas así:

## INFORME DE AFOROS 2025

- Red de gestión del riesgo por deslizamientos en Manizales,
- Red de gestión del riesgo por Inundaciones en Manizales,
- Red de estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas del departamento de Caldas,
- Red de estaciones hidrometeorológicas en cuencas urbanas y rurales de Manizales,
- Red de estaciones hidrometeorológicas para la gestión del riesgo por inundaciones en el área de influencia del Nevado del Ruíz, cuencas de los ríos Rioclaro y Chinchiná,
- Red de bocatomas de Aguas de Manizales,
- Red de Estaciones Hidrometeorológicas de la Chec para evaluar el Caudal Ecológico
- Red de estaciones en la parte alta de la cuenca del río Chinchiná.

En la Tabla 1, Figura 3 y Figura 4 se encuentran ubicadas las estaciones en las que se realizan aforos.

**Tabla 1. Estaciones aforadas**

N°	Estación	Ubicación	Altitud	Año instalación	Número de aforos Caudal líquido	Caudal sólido
1	Quebrada Cristales - Valles de la Alhambra	N 5° 2' 18.34" W 75° 27' 22.11"	2091	2015	10	0
2	Quebrada Guayabal - Recinto del Pensamiento	N 5° 2' 29.84" W 75° 26' 44.32"	1978	2014	14	0
3	Quebrada Tesorito	N 5° 2' 3.76" W 75° 25' 53.77"	2295	2010	13	0
4	Quebrada Manizales - Maltería	N 5° 2' 18.8" W 75° 25' 49.35"	2267	2014	15	0
5	Quebrada El Guamo - CDI San Sebastián	N 5° 5' 13.93" W 75° 29' 10.94"	2120	2015	15	0
6	Quebrada El Guamo - Lavadero los Puentes	N 5° 4' 15.02" W 75° 29' 44.44"	2043	2014	12	0
7	Quebrada Salinas - EMAS	N 5° 4' 42.21" W 75° 30' 29.91"	2020	2015	13	3
8	Quebrada el Triunfo - Mirador de Villapilar	N 5° 5' 19.54" W 75° 31' 37.36"	2046	2015	12	0

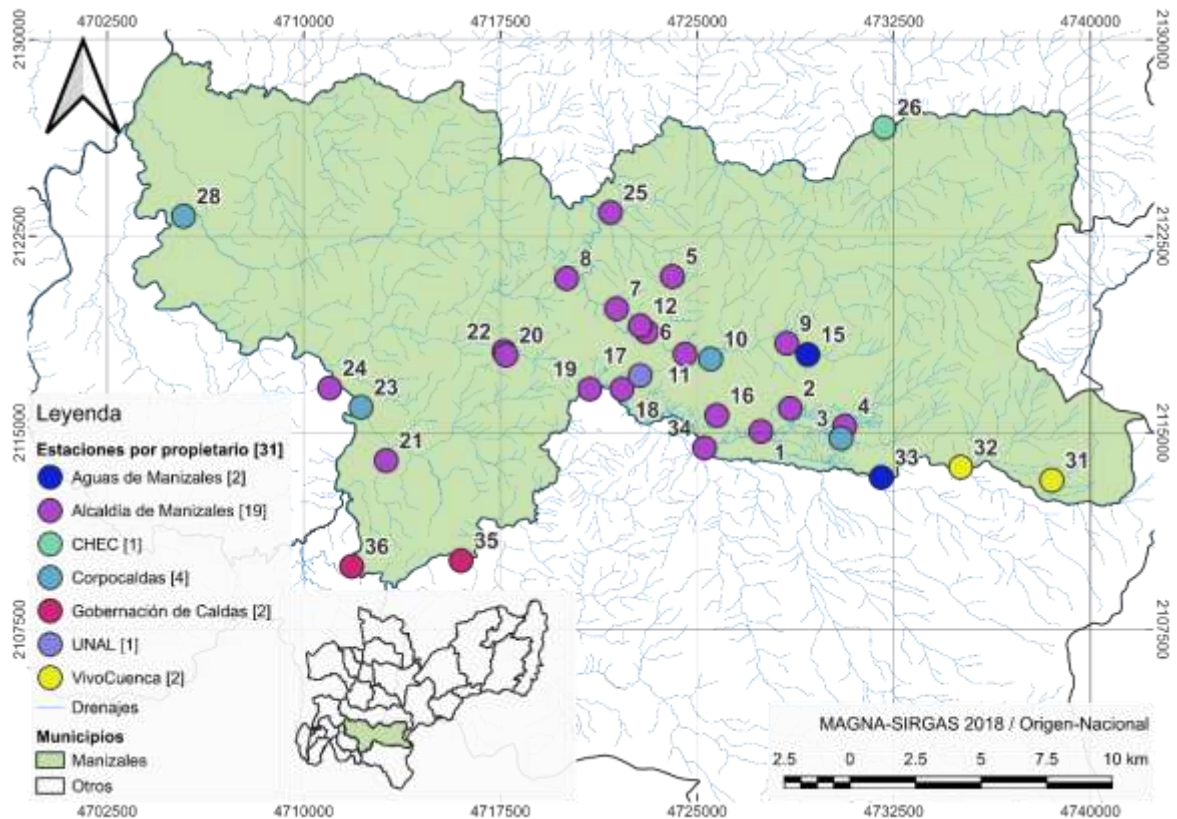
# INFORME DE AFOROS 2025

9	Quebrada Olivares - Bocatoma	N 5° 3' 55.74" W 75° 26' 50.25"	2242	2014	17	4
10	Quebrada Olivares - El Popal	N 5° 3' 43.81" W 75° 28' 26.17"	2091	2011	15	5
11	Quebrada Olivares - Aguas de Manizales	N 5° 3' 47.53" W 75° 29' 7.35"	2078	2015	10	0
12	Quebrada Olivares - Bomberos Voluntarios	N 5° 4' 13.6" W 75° 30' 0.79"	1923	2014	15	0
13	Quebrada Termales - Bocatoma	N 4° 59' 31.94" W 75° 25' 04"	2440	2005	10	10
14	Quebrada California - Bocatoma	N 4° 59' 3.05" W 75° 26' 30.9"	2341	2011	10	10
15	Quebrada La Ye - Bocatoma	N 5° 3' 46.6" W 75° 26' 25.5"	2258	2014	10	10
16	Quebrada el Perro - Expoferias	N 5° 2' 31.66" W 75° 28' 27.74"	2036	2015	8	0
17	Quebrada Palogrande - Ruta 30	N 5° 3' 20.42" W 75° 30' 3.31"	1986	2008	2	0
18	Quebrada Palogrande - Terminal de Transporte	N 5° 3' 3.88" W 75° 30' 25.33"	1881	2015	4	0
19	Quebrada Marmato - CHEC	N 5° 3' 3.68" W 75° 31' 5.08"	1788	2015	12	0
20	Quebrada la Francia - Los Puentes	N 5° 3' 45.77" W 75° 32' 45.49"	1631	2015	11	0
21	Quebrada Las Pavas - Autopistas de Café	N 5° 1' 33.84" W 75° 35' 16.38"	1222	2015	13	0
22	Quebrada el Rosario - San Marcos de León	N 5° 3' 46.8" W 75° 32' 48.87"	1621	2015	12	0
23	Quebrada el Rosario - Autopistas	N 5° 2' 41.77" W 75° 35' 48.28"	1131	2017	7	4
24	Quebrada Manzanares - IBC	N 5° 3' 30.89" W 75° 36' 26.86"	1100	2014	8	0
25	Quebrada el Bohío - Vereda el Águila	N 5° 6' 42.45" W 75° 30' 33.23"	1690	2015	13	0
26	Río Guacaica - Bocatoma	N 5° 8' 16.10" W 75° 29' 4.92"	1693	2014	10	10
27	Río Guacaica - CHEC	N 5° 8' 12.52" W 75° 29' 47.36"	1621	2011	11	0
28	Río Guacaica - El Jordán	N 5° 6' 36.37" W 75° 39' 28.77"	909	2011	12	0
29	Río Rioclaro - La Guayana	N 4° 56' 51.45" W 75° 29' 47.53"	1860	2011	10	0

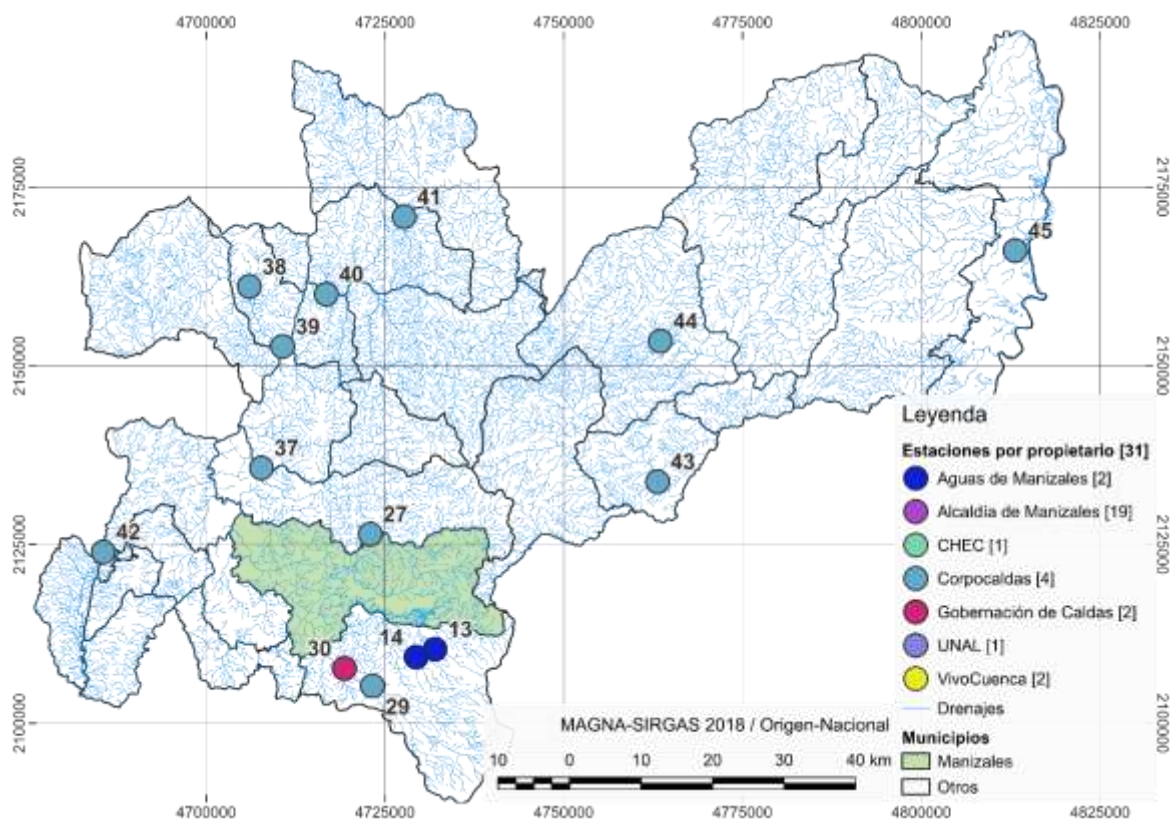


# INFORME DE AFOROS 2025

30	Río Rioclaro - La Batea	N 4° 58' 11.18" W 75° 31' 53.74"	1610	2013	10	3
31	Río Chinchiná - La Virginia	N 5° 0' 43.92" W 75° 20' 13.56"	3384	2023	5	5
32	Río Chinchiná - La Zulía	N 5° 1' 23.52" W 75° 23' 24.72"	2676	2023	5	5
33	Río Chinchiná - Bocatoma	N 5° 1' 16.09" W 75° 25' 3.95"	2260	2008	10	10
34	Río Chinchiná - Bosque Popular	N 5° 1' 52.71" W 75° 28' 42.5"	1982	2015	13	0
35	Río Chinchiná - El Bosque	N 4° 59' 37.55" W 75° 33' 55.36"	1405	2013	10	6
36	Río Chinchiná - Cenicafé	N 4° 59' 23.55" W 75° 36' 0.91"	1294	2013	10	6
37	Río Tapias	N 5° 13' 26.28" W 75° 38' 18.73"	842	2013	12	0
38	Río Supía - Supía	N 5° 27' 10.01" W 75° 39' 10.22"	1186	2011	4	0
39	Río Supía - Piononos	N 5° 22' 35.23" W 75° 36' 46.11"	731	2011	13	0
40	Río Pozo	N 5° 26' 33.86" W 75° 33' 24.53"	803	2011	13	0
41	Río Pácora	N 5° 32' 27.04" W 75° 27' 31.87"	1690	2013	9	0
42	Río Risaralda - Camping La Palmera	N 5° 6' 44.89" W 75° 50' 25.09"	1010	2010	12	0
43	Río Santo Domingo - Manzanares	N 5° 12' 17.29" W 75° 8' 13.6"	1450	2012	13	0
44	Río Pensilvania - Microcentral	N 5° 23' 2.4" W 75° 8' 8.99"	1773	2012	7	0
45	Río Doña Juana	N 5° 30' 3.53" W 75° 18' 44.71"	190	2013	11	0
<b>Total Aforos</b>					<b>481</b>	<b>91</b>



**Figura 3. Estaciones aforadas cerca del perímetro urbano de Manizales.**  
**Fuente: elaboración propia, la numeración corresponde a la Tabla 1**





## 4 METODOLOGÍA

Para tener un control sobre el nivel de agua en las corrientes monitoreadas con una estación hidrometeorológica, conocer su variación y obtener un valor de caudal que circula para nivel, se instaló en cada estación un sensor de nivel electrónico, el cual emite una señal cada cinco minutos que genera una medida de nivel de agua en el río en tiempo real. Este nivel es comparado con un nivel base o datum que, en el caso de canales artificiales se hace coincidir con el punto más bajo del fondo del canal y en el caso de corrientes naturales se sitúa a una distancia por debajo del fondo del cauce (el año de instalación de los sensores se muestra en la Tabla 1).

La metodología seguida obedece a las recomendaciones del Protocolo de Monitoreo del Agua (IDEAM, 2017) y algunas recomendaciones prácticas que ha recopilado la Universidad Nacional en el ejercicio de la realización de aforos. En general, el procedimiento para la realización de aforos es el siguiente:

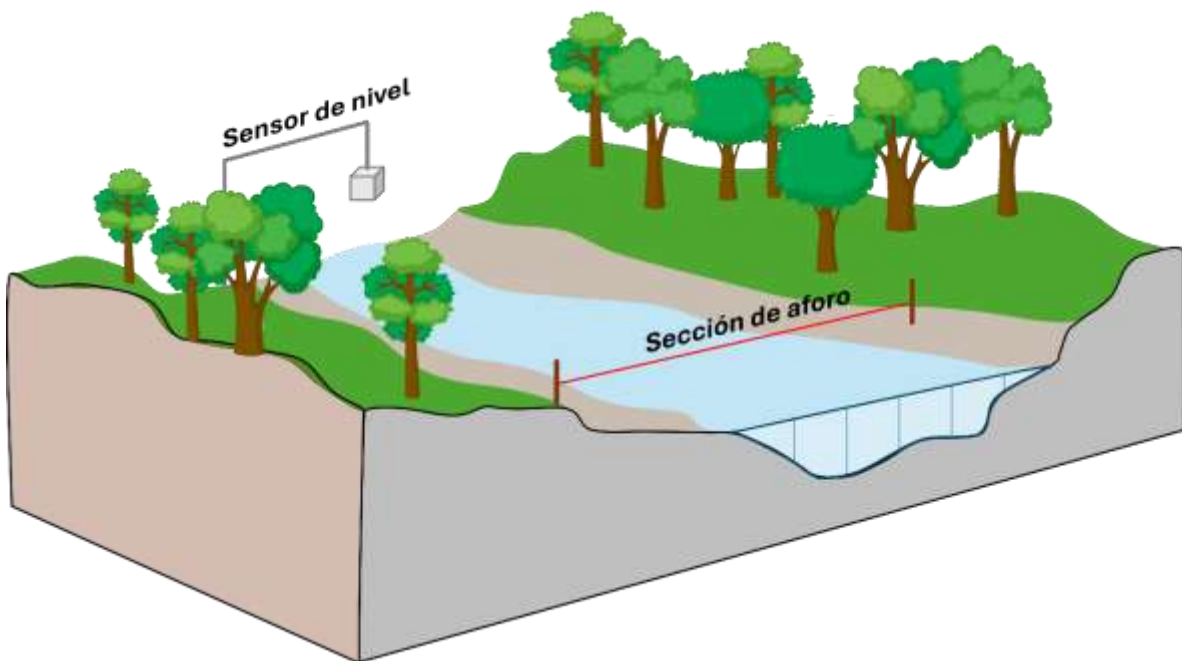
- Selección del sitio de aforo,
- Levantamiento topográfico,
- Determinación del nivel de banca llena,
- Selección del método de aforo líquido.

### 4.1 Selección de la sección de aforo

No es necesario que el aforo se realice en la misma sección en la que se ubica el sensor, pues, teniendo en cuenta el principio de continuidad, el caudal permanece constante siempre que no tenga afluentes ni efluentes en ese tramo. Por esta razón, y con el fin de facilitar la medida, se busca un lugar que tenga ciertas características:

- Debe ser en lo posible un tramo recto del cauce,

- Las líneas de flujo deben ser paralelas entre sí y con las márgenes y perpendiculares a la sección transversal,
- El lecho del canal debe ser lo más regular posible,
- No debe haber obstrucciones como rocas, troncos de árboles o plantas acuáticas en el lecho,
- La pendiente longitudinal debe ser lo más uniforme posible,
- No debe haber afluentes ni efluentes entre la sección de aforo y el sensor de nivel.



**Figura 5. Esquema selección sitio de aforo.**  
**Fuente: elaboración propia**

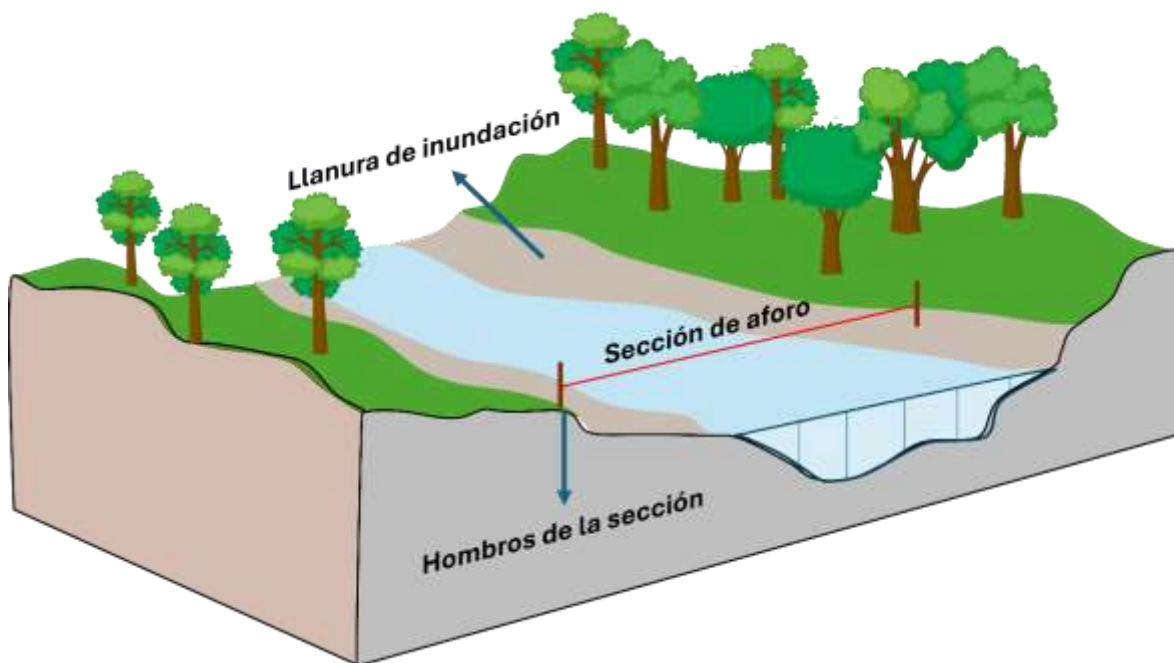
Luego de tener el lugar adecuado para la campaña de aforos, existe dentro de la metodología usada tres componentes fundamentales que son: la determinación de la topografía, la medición de caudal líquido y del caudal sólido.

### 4.2 Levantamiento topográfico

En este aparte se realiza un levantamiento de la topografía del terreno y se debe distinguir claramente lo siguiente:

## INFORME DE AFOROS 2025

- Perfil transversal de la sección de aforo, no sólo del área mojada, sino hasta superar el nivel de banca llena (Figura 6 y Figura 7C),
- Banca llena,
- Perfil longitudinal del cauce,



**Figura 6. Indicadores de banca llena, topografía de la sección.**  
**Fuente: elaboración propia.**

El término banca llena hace referencia a un nivel que se presenta en promedio 5 veces cada 10 años, es decir tiene un periodo de retorno de 2 años (Posada García, 1994). Para la identificación de banca llena, es de vital importancia que la topografía realizada en la sección de aforo sea lo más detallada posible, marcando los cambios de pendiente del terreno y el ancho del cauce. Se busca que la topografía abarque las zonas de inundación -si las hay-, los hombros de la sección, y que supere el nivel de banca llena, el cual debe tomarse previamente. Con lo anterior, se debe marcar un punto de referencia, que debe ser firme para que las crecientes del cauce no modifiquen su ubicación; por lo mismo, debe estar



en un lugar alejado del cauce o en estructuras permanentes que se encuentren en la sección (puentes, muros, mojones, etc.).

Como se ha expresado anteriormente, dentro de la misma campaña de aforos se puede variar la sección transversal, pero desde el punto de vista de la topografía se facilita en gran medida tomar siempre la misma sección; ya que esto permite percibir los cambios geomorfológicos que se presentan y procesos de socavación o agradación del lecho.



**Figura 7. A) levantamiento topográfico con dron, B) levantamiento topográfico con GPS, C) Levantamiento sección transversal.**

### **4.2.1 Levantamiento topográfico con dron**

El levantamiento topográfico usando vehículos aéreos no tripulados (VANT) se ha consolidado en los últimos tiempos como una herramienta precisa y eficiente para la recopilación de información. Los drones equipados con cámaras de alta resolución o sensores LiDAR realizan sobrevuelos planificados con el fin de generar: ortofoto, nube de puntos, modelo digital de superficie (MDS), modelo digital del terreno (MDT), entre otros, el uso de drones ofrece varias ventajas en términos de tiempo y costos (Carrillo Ramirez, 2021).

El levantamiento topográfico por medio de dron consiste en tomar fotografías aéreas georreferenciadas que se solapan unas con otras de

forma frontal y lateral, lo que permite la reconstrucción tridimensional del terreno mediante fotogrametría, cada imagen cuenta con información de ubicación y altitud, esto permite que en el procesamiento se puedan generar insumos como fotografías aéreas, el MDS que contiene vegetación y estructuras y el MDT que contiene únicamente el relieve (Figura 7A y B)(Del Río Santana et al., 2020).

### 4.3 Realización del aforo líquido

Luego de tener de forma detallada la sección transversal del río, se procede a realizar el aforo líquido; los aforos se realizan en la mayoría de los casos por vadeo (Figura 8A), en algunos puntos se han realizado por suspensión o usando equipos como el ADCP (Figura 8B).



**Figura 8. Realización de aforo líquido por vadeo (A) y usando el ADCP (B)**

El método de obtención del caudal es el de área – velocidad, que consiste en subdividir la sección transversal en tramos pequeños denominados dovelas ( $b_1, b_2, b_3, b_4, \dots, b_n$ ), como se muestra en la Figura 9, en el centro de cada dovela se mide la velocidad del flujo siguiendo diferentes métodos (OMM, 2011):

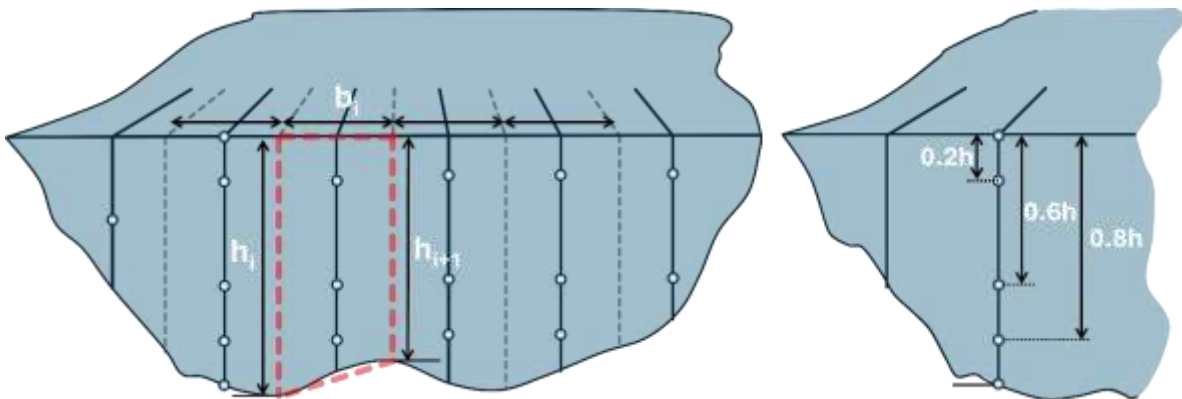
1. **Método de un punto:** se toma una lectura de la velocidad en 0.6 veces la profundidad por debajo de la superficie, esta se considera como la velocidad media de toda la dovela.
2. **Método de tres puntos:** se toman medidas de velocidad en 0.2, 0.6 y 0.8 veces la profundidad por debajo de la superficie, la velocidad media de la dovela será igual a:

$$\bar{v}_l = \frac{v_{0.8} + 2v_{0.6} + v_{0.2}}{4} \quad \text{(Ecuación 8)}$$

3. **Método de cinco puntos:** Se toman medidas de velocidad en 0.2, 0.6 y 0.8 veces la profundidad por debajo de la superficie, además lo más cerca posible de esta y en el fondo del canal.

$$\bar{v}_l = \frac{v_{superficie} + 3v_{0.8} + 2v_{0.6} + 3v_{0.2} + v_{fondo}}{10} \quad \text{(Ecuación 9)}$$

4. **Método de 10 puntos:** Se toman medidas de velocidad cada 0.1 veces la profundidad por debajo de la superficie, la velocidad media se considera igual al promedio de las mediciones.



**Figura 9. Métodos de medición de velocidades en una sección típica de aforo.**

**Fuente: Elaboración propia**

En el método área – velocidad, el caudal de cada una de las dovelas ( $q_i$ ), se obtiene multiplicando la velocidad media ( $\bar{v}_l$ ) por el área de cada

dovela ( $a_i$ ) la que se aproxima a un trapecio (Figura 9). El área de cada dovela se obtiene a su vez, multiplicando el ancho de la dovela ( $b_i$ ) por el promedio de las profundidades de las abscisas que delimitan cada dovela ( $h_i, h_{i+1}$ ), como se muestra en la siguiente ecuación:

$$a_i = b_i * \frac{h_i + h_{i+1}}{2} \quad \text{(Ecuación 10)}$$

De manera que, el caudal de cada dovela está dado por:

$$q_i = \bar{v}_i * a_i \quad \text{(Ecuación 11)}$$

El caudal total de la sección es la suma de los caudales que pasan por cada dovela, para una sección con  $n$  dovelas el caudal total es:

$$Q_t = \sum_{i=1}^n q_i \quad \text{(Ecuación 12)}$$

Cuando se tiene un gran número de aforos en cada sección, la curva de calibración se reduce a una simple relación de niveles y caudales dándole un ajuste a la curva, el problema radica en extrapolar dichos valores para niveles mayores y cuando se cuenta con pocos aforos.

Existen diferentes métodos para hacer dicha extrapolación, uno de los más comunes es el método de Manning, usado en este caso para construir las curvas de calibración de las estaciones mencionadas en la Tabla 1. La base del método es la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{A}{n} R_h^{2/3} S_0^{1/2} \quad \text{(Ecuación 13)}$$

Donde,  $Q$  es el caudal medido,  $R_h$  es el Radio hidráulico,  $A$  es el área de la sección mojada,  $S_0$  es la pendiente de fondo y  $n$  es el coeficiente de rugosidad de Manning.

En la realización de las campañas de aforo, fácilmente se pueden determinar parámetros como el área mojada, el perímetro mojado, la pendiente longitudinal y la velocidad promedio del flujo, con lo cual se puede determinar el caudal directamente haciendo uso de las ecuaciones (Ecuación 10, (Ecuación 11 y (Ecuación 12). Sin embargo, el coeficiente de rugosidad de Manning ( $n$ ) no siempre se puede obtener directamente en el trabajo de campo.

El coeficiente de rugosidad ( $n$ ) para niveles altos no genera cambios importantes en el flujo; por lo tanto, se puede considerar constante. Con base en esto, se determina un coeficiente de rugosidad para cada aforo, despejándolo de la (Ecuación 13) puede reducirse a la siguiente expresión:

$$Q = K \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} \quad \text{(Ecuación 14)}$$

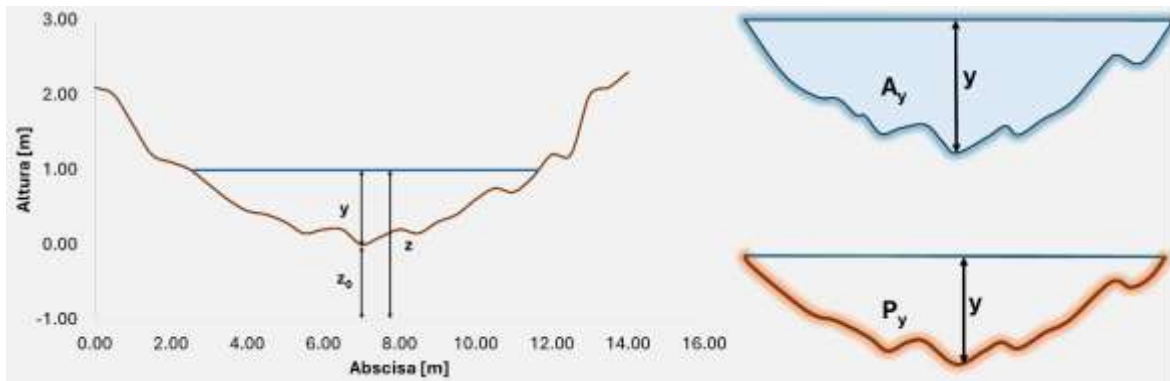
Donde:

$$K = \frac{S^{1/2}}{n} \quad \text{(Ecuación 15)}$$

Cuando se tiene un cauce de sección regular, fácilmente se puede encontrar una relación entre el nivel del río y el área mojada, pero los cauces naturales no presentan paredes regulares en sus orillas con pendientes uniformes. Por tanto, se requiere encontrar una relación entre el área mojada y el perímetro mojado de la sección transversal respecto de la profundidad del río; para cada nivel ( $y$ ) del río existe un área mojada ( $A_y$ ) y un perímetro mojado ( $P_y$ ) como se muestra en la **Figura 10**. Esto se puede calcular porque en los aforos se toma la sección de cada dovela. Más aún, se puede encontrar una relación entre el área mojada, el perímetro mojado y el nivel medido por el sensor ( $z$ ).



En los cauces con lecho fijo el nivel del cauce ( $y$ ) y el nivel medido por el Sensor ( $z$ ) son iguales, mientras que, en los cauces con lecho variable, el nivel medido por el sensor es la suma del nivel del cauce ( $y$ ) y ( $z_0$ ), esto con el fin de evitar los valores negativos producto de la socavación de fondo que afecta con frecuencia los ríos de montaña, de esta manera se puede obtener el caudal con la ecuación de Manning, para cada lectura realizada por el sensor.

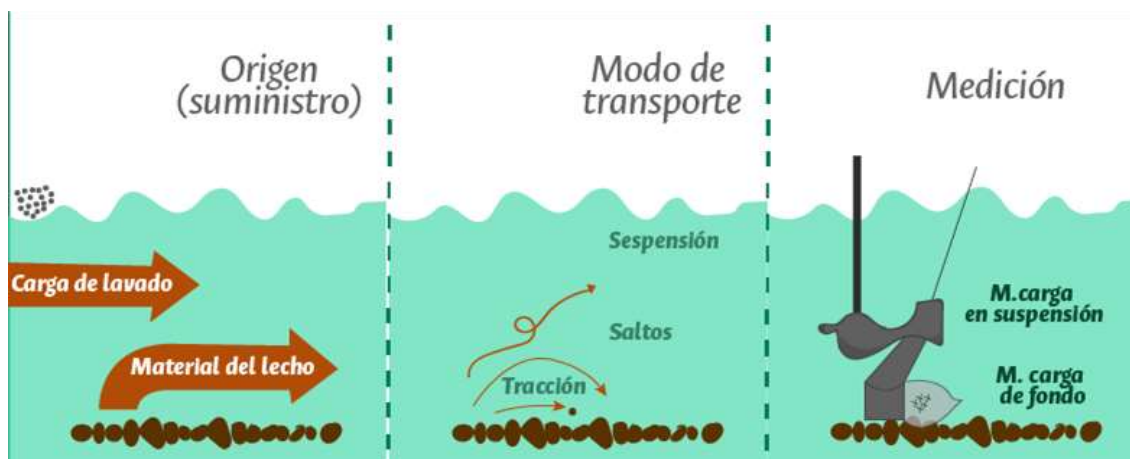


**Figura 10. Sección transversal en función de la profundidad ( $y$ ) y el nivel medido por el sensor ( $z$ ).**

**Fuente: Elaboración propia**

### 4.4 Muestreo de sedimentos

La carga de sedimentos es la cantidad de material que atraviesa una sección del canal en un momento determinado (Posada García, 1994). La carga transportada por las corrientes naturales puede separarse en tres componentes: la carga disuelta, la carga de lavado y la carga de material del lecho (Knighton, 2014) (ver Figura 11).



**Figura 11. Transporte y medición de sedimentos.**

**Fuente:** Adaptado de Posada García, 1994

#### 4.4.1 Transporte por suspensión

Tanto la carga disuelta como la carga de lavado es transportada en suspensión, soportadas por toda la masa de agua, lo que hace que las partículas permanezcan suspendidas por el efecto de turbulencia del flujo, estas son partículas pequeñas que por su peso y tamaño difícilmente llegan al lecho, a menos que, las velocidades del flujo sean suficientemente bajas.

La medición de sedimentos suspendidos se realiza por medio de un muestreador que se sumerge en el agua a una velocidad constante, al llegar al lecho, se saca a la misma velocidad que se sumergió. El muestreador está compuesto por una boquilla y una botella que se van llenando a medida que se sumerge en el cauce (Figura 12B). Este procedimiento se repite en tantas dovelas como se requiera, se recomienda tomar muestras representativas en por lo menos la mitad del número de dovelas, es decir, para 10 dovelas se recomienda recolectar 5 muestras; para obtener la concentración de material se compara la muestra recolectada con el volumen de agua en el cauce.

### 4.4.2 Material del lecho

En el lecho se encuentran partículas más grandes de las que son transportadas por suspensión, se mueven principalmente por desplazamiento, tracción o saltos, esto depende de las formas del lecho, las partículas que se encuentren y la velocidad del flujo, incluso algunas partículas a altas velocidades pueden ser transportadas por suspensión, pero no por mucho tiempo.

La medición de los sedimentos de fondo se hace por medio de una malla contenida en un muestreador denominado Helley Smith, el muestreador se lleva hasta el fondo del cauce por un tiempo determinado (1 minuto desde que toca el fondo del río), en el cual el agua pasa dejando las partículas en la malla del muestreador, el material recolectado se pesa y se hace una distribución granulométrica con el fin de conocer en detalle las partículas que contiene parte del lecho (Figura 12A).

### 4.4.3 Caracterización del lecho

La caracterización del lecho permite establecer la distribución granulométrica de los sedimentos que lo componen, a partir de esta información, se derivan diferentes relaciones hidrológicas e hidráulicas relevantes, variables como la rugosidad y el esfuerzo crítico están condicionadas por el tamaño y la disposición de las partículas en el lecho.

La caracterización del lecho se hace por medio del conteo de piedras de Wolman, que consiste en la medición del diámetro de una muestra representativa de partículas, generalmente cien, las cuales se agrupan para determinar la distribución granulométrica (Figura 12C).



**Figura 12. Realización de aforo sólido, Medición de sedimentos de fondo (A), sedimentos suspendidos (B) y caracterización del lecho (C)**

## 5 RESULTADOS DE AFOROS LÍQUIDOS

---

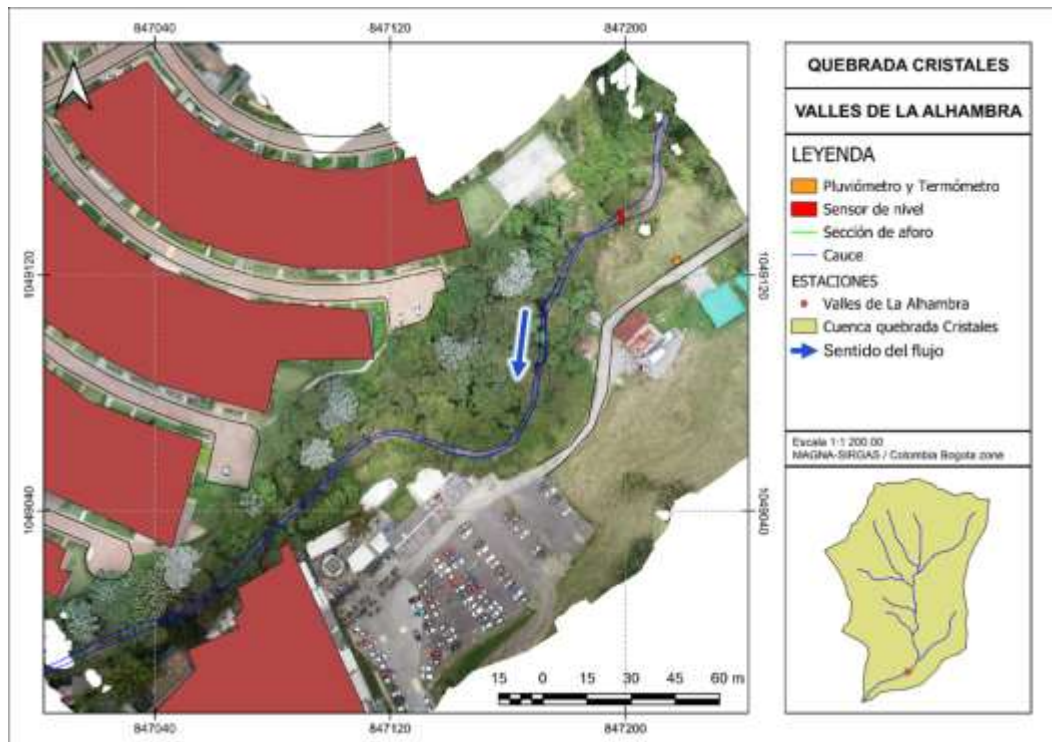
En respuesta al trabajo realizado en campo, se disponen los datos obtenidos para realizar los diferentes cálculos, con lo cual se obtienen las curvas de calibración de cada estación hidrometeorológica ubicada en los ríos y quebradas aforados. A continuación, se presentan los siguientes resultados:

- Vista en planta de cada una de las estaciones.
- Sección transversal de aforo de cada estación (cabe aclarar que pertenecen a uno de los aforos realizados en cada estación y en algunos casos es diferente a la sección donde se ubica el sensor).
- Resumen de resultados de cada una de las estaciones.
- Curva de calibración de cada estación.
- Relación entre el nivel del sensor y el perímetro mojado.
- Relación entre el nivel del sensor y el área de la sección.

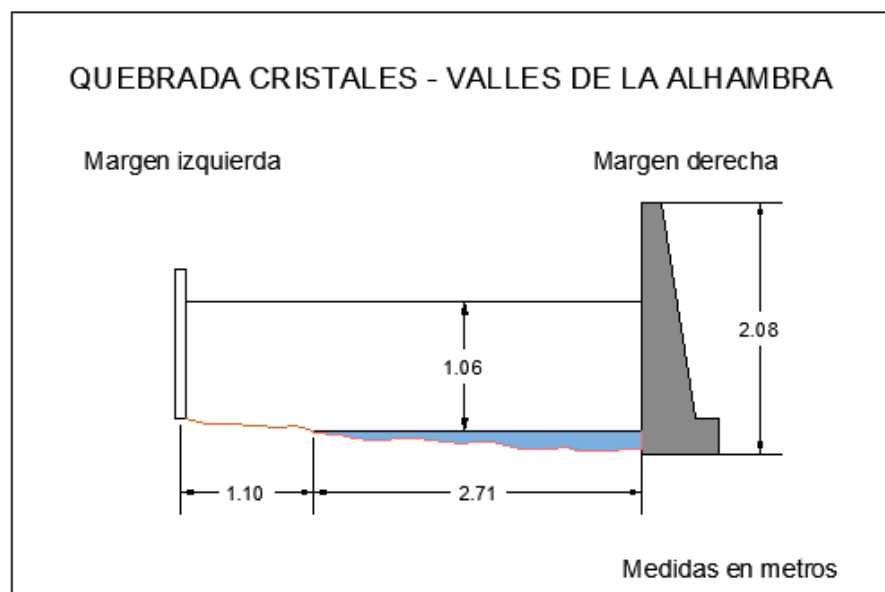
Los resultados de cada uno de los aforos pueden ser consultados en el siguiente enlace: <https://cdiac.manizales.unal.edu.co/aforo.php>



## 5.1 Quebrada Cristales – Valles de la alhambra



**Figura 13. Vista en planta quebrada Cristales - Valles de la Alhambra**

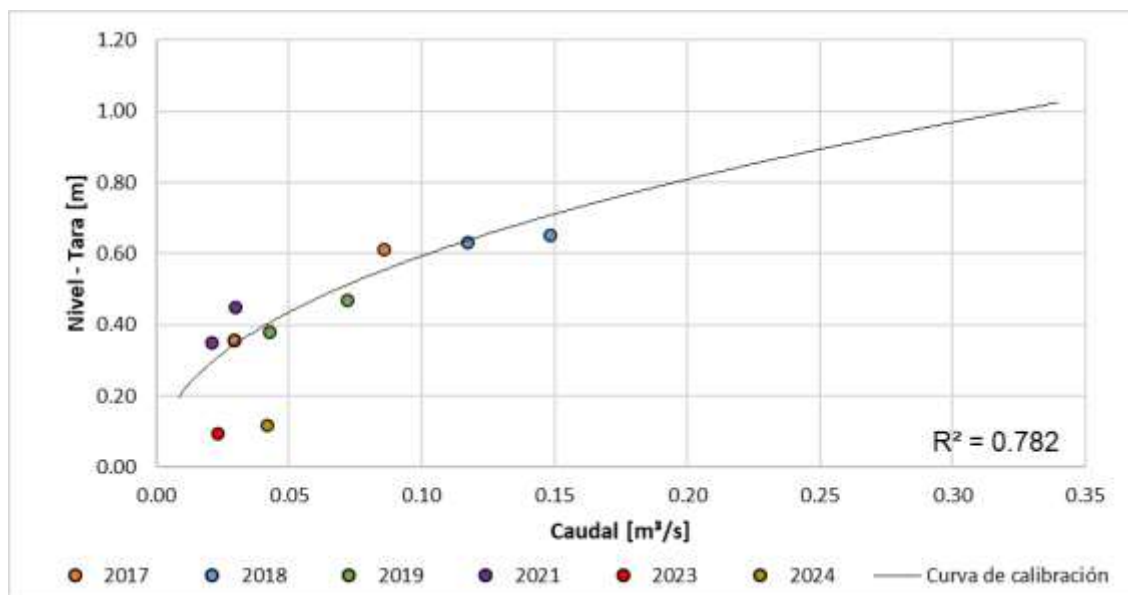


**Figura 14. Sección transversal de Quebrada Cristales - Valles de la Alhambra, medidas de uno de los aforos**

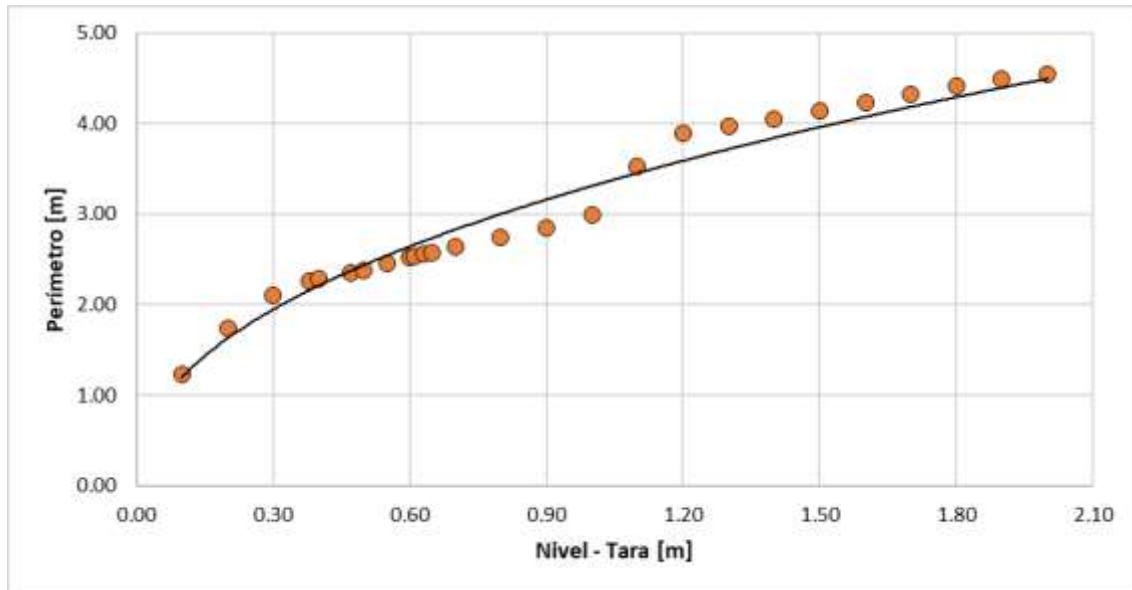
# INFORME DE AFOROS 2025

**Tabla 2 Resultados de aforos, quebrada Cristales - Valles de la Alhambra**

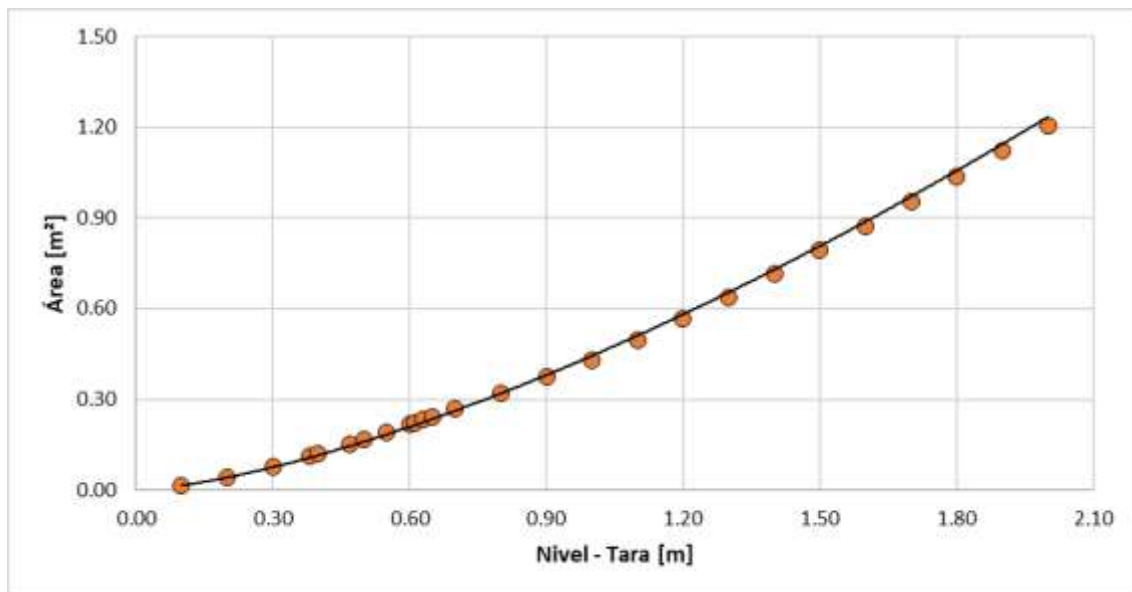
QUEBRADA CRISTALES - VALLES DE LA ALHAMBRA										
ESTACIÓN										
LATITUD	N 5° 2' 11.91"		LONGITUD		W 75° 27' 33.09"		ELEVACIÓN (msnm)		2091	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
18/10/2017	0.073	2.000	0.200	2.080	4.850	2.355	0.254	0.116	0.030	0.001
21/11/2017	0.105	2.300	0.200	2.390	4.790	2.610	0.625	0.137	0.086	0.013
3/01/2018	0.119	2.470	0.250	2.480	4.770	2.630	0.552	0.212	0.117	0.012
22/02/2018	0.164	2.710	0.250	2.910	4.750	2.650	0.474	0.313	0.148	0.035
8/05/2019	0.100	2.400	0.300	2.540	4.930	2.470	0.397	0.182	0.072	0.016
22/07/2019	0.110	1.920	0.250	2.100	5.020	2.380	0.345	0.124	0.043	0.007
20/04/2021	0.200	1.500	0.200	1.760	5.060	2.350	0.216	0.095	0.021	0.009
29/09/2021	0.093	1.200	0.100	1.337	4.950	2.450	0.351	0.085	0.030	0.021
7/09/2023	0.070	1.500	0.150	1.520	5.284	2.093	0.312	0.073	0.023	0.021
10/05/2024	0.140	1.250	0.125	1.307	5.250	2.117	0.426	0.098	0.042	0.039



**Figura 15. Curva de calibración quebrada Cristales - Valles de la Alhambra**

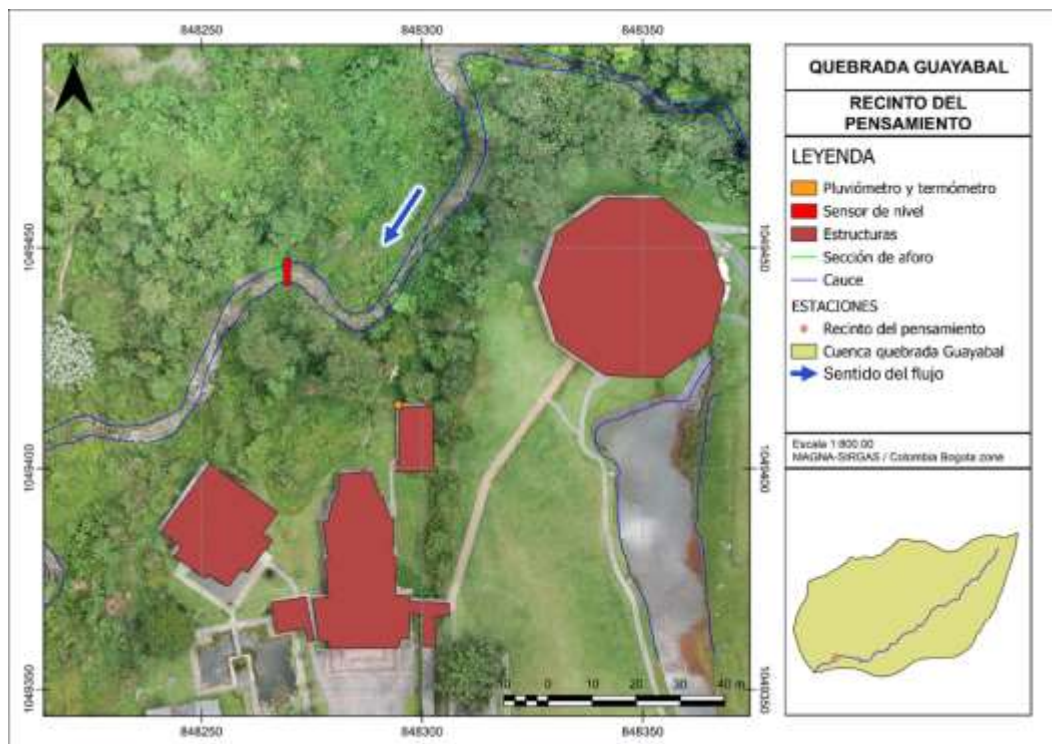


**Figura 16. Relación nivel - perímetro, quebrada Cristales - Valles de La Alhambra (niveles para una sección típica del cauce)**

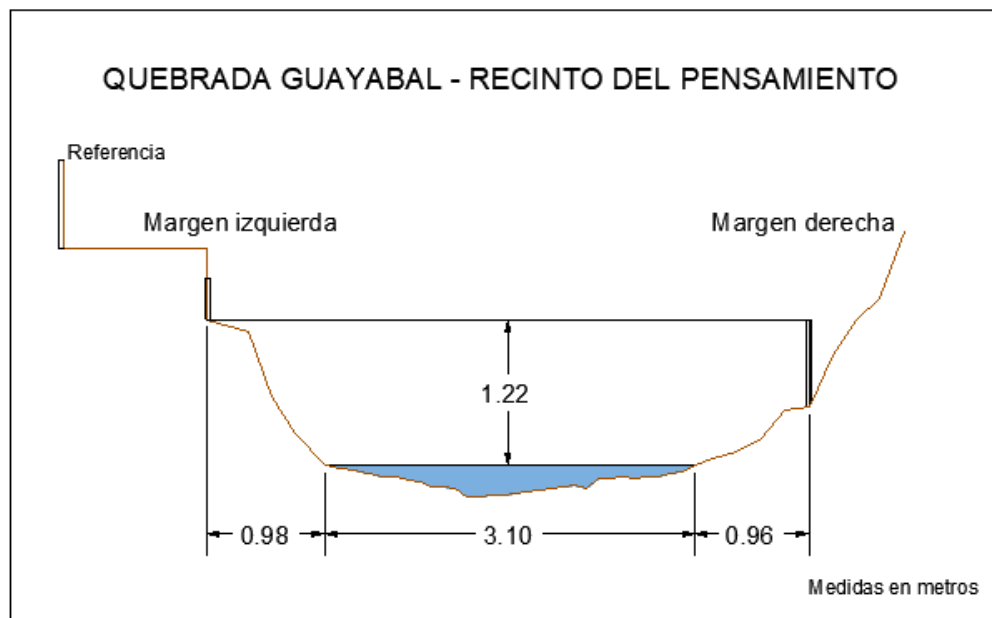


**Figura 17. Relación nivel – área mojada, quebrada Cristales - Valles de La Alhambra (niveles para una sección típica del cauce)**

## 5.2 Quebrada Guayabal – Recinto del pensamiento



**Figura 18. Vista en planta quebrada Guayabal - Recinto del Pensamiento**



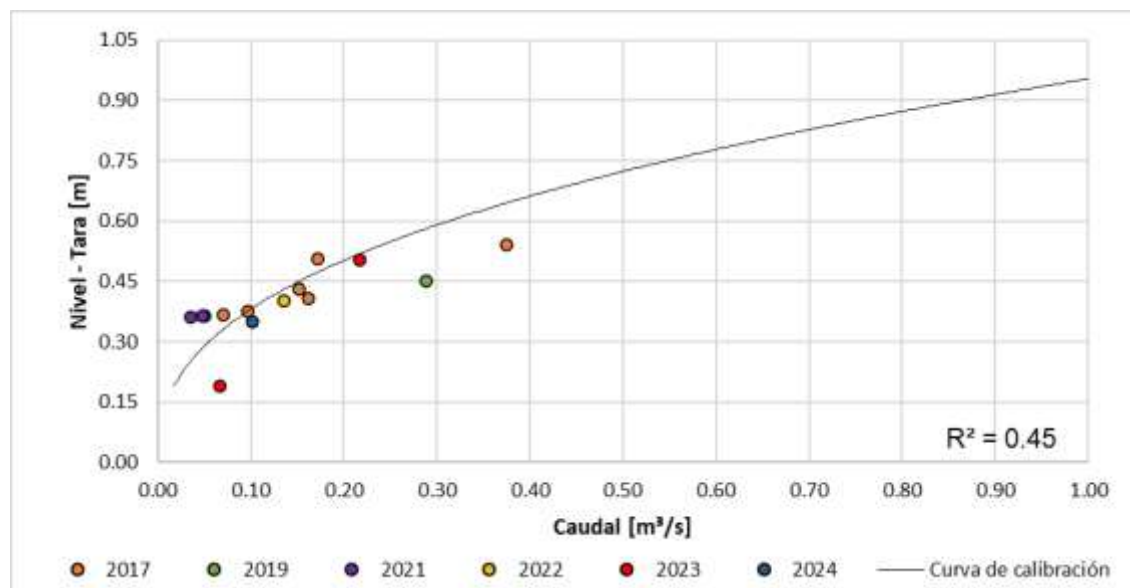
**Figura 19. Sección transversal quebrada Guayabal - Recinto del Pensamiento, medidas de uno de los aforos**

# INFORME DE AFOROS 2025

**Tabla 3. Resumen de resultados quebrada Guayabal - Recinto del Pensamiento**

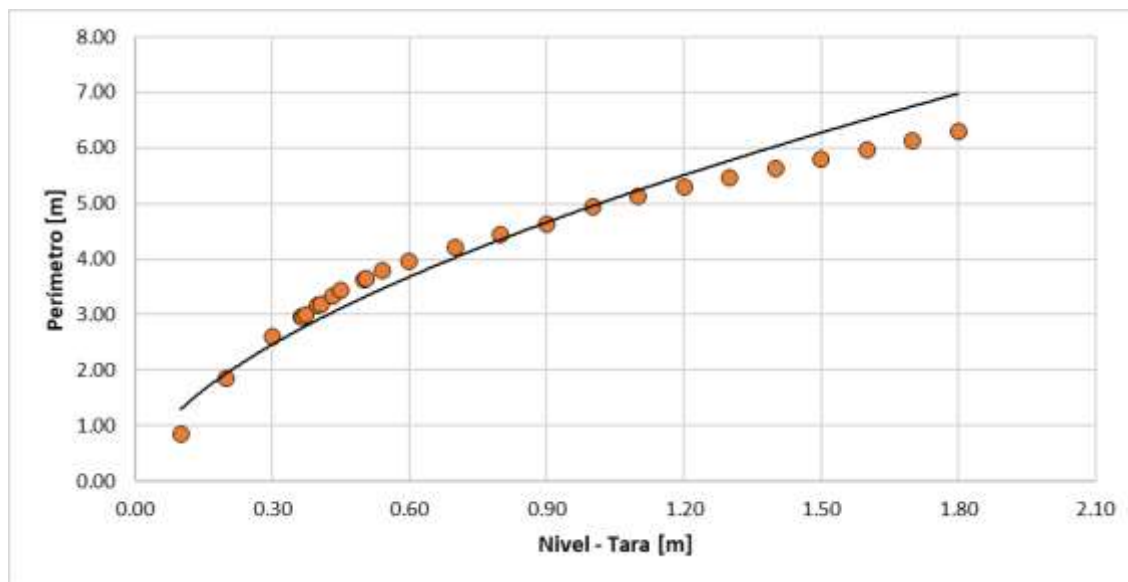
ESTACIÓN		QUEBRADA GUAYABAL - RECINTO DEL PENSAMIENTO								
LATITUD	N 5° 2' 40.74"		LONGITUD		W 75° 26' 56.88"		ELEVACIÓN (msnm)		2043	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
4/05/2017	0.370	3.400	0.500	3.590	5.450	2.506	0.449	0.787	0.172	0.020
18/05/2017	0.450	3.200	0.200	3.490	5.430	2.542	0.583	0.893	0.375	0.149
16/06/2017	0.324	3.550	0.250	3.630	5.580	2.431	0.438	0.677	0.152	0.020
8/07/2017	0.306	3.300	0.250	3.460	5.550	2.407	0.340	0.661	0.162	0.047
28/07/2017	0.278	3.200	0.200	3.280	5.570	2.375	0.347	0.507	0.097	0.003
11/08/2017	0.258	3.100	0.200	3.210	5.600	2.366	0.326	0.524	0.071	0.018
23/05/2019	0.460	3.780	0.300	4.190	5.360	2.451	0.331	1.524	0.289	0.142
30/07/2019	0.260	2.700	0.220	2.910	5.630	2.365	0.165	2.524	0.050	0.038
15/04/2021	0.166	3.370	0.300	3.620	5.260	2.362	0.109	0.319	0.035	0.052
29/09/2021	0.244	3.050	0.300	3.350	5.280	2.365	0.152	0.316	0.048	0.041
18/07/2022	0.190	2.200	0.220	2.339	5.500	2.402	0.455	0.299	0.136	0.024
5/02/2023	0.250	2.500	0.250	2.863	5.390	2.503	0.406	0.534	0.217	0.027
7/09/2023	0.155	1.200	0.120	1.345	5.700	2.190*	0.618	0.109	0.067	0.048
21/05/2024	0.180	2.000	0.200	2.120	2.670	2.350	0.405	0.252	0.102	0.022

\*Nivel de sensor inconsistente respecto al caudal medido en campo, valor tomado con la altura desde el sensor hasta la superficie del agua.

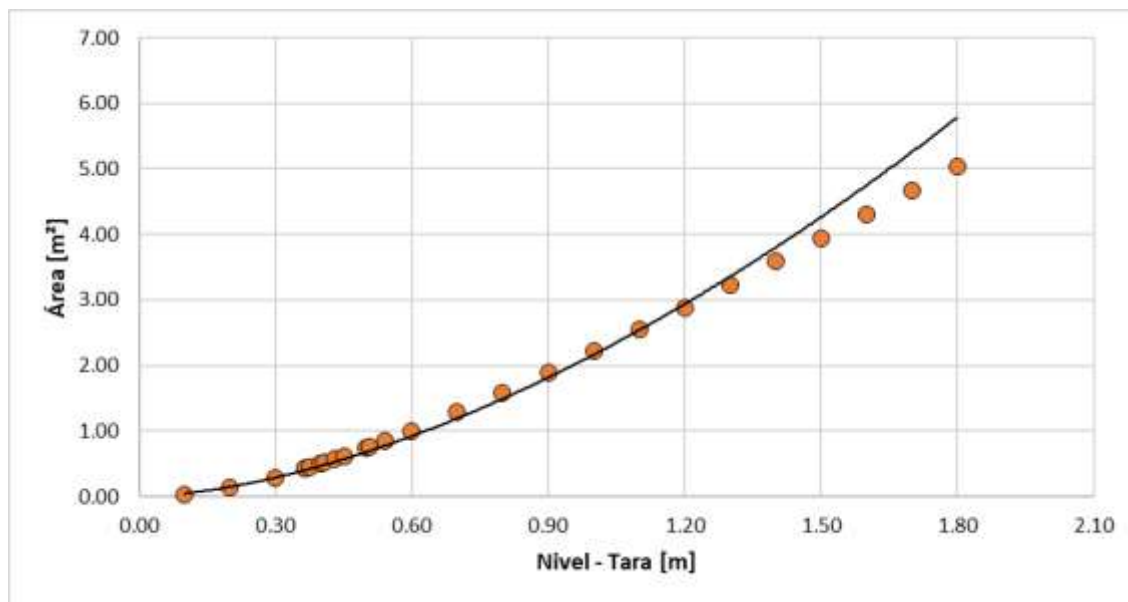


**Figura 20. Curva de calibración quebrada Guayabal - Recinto del pensamiento**



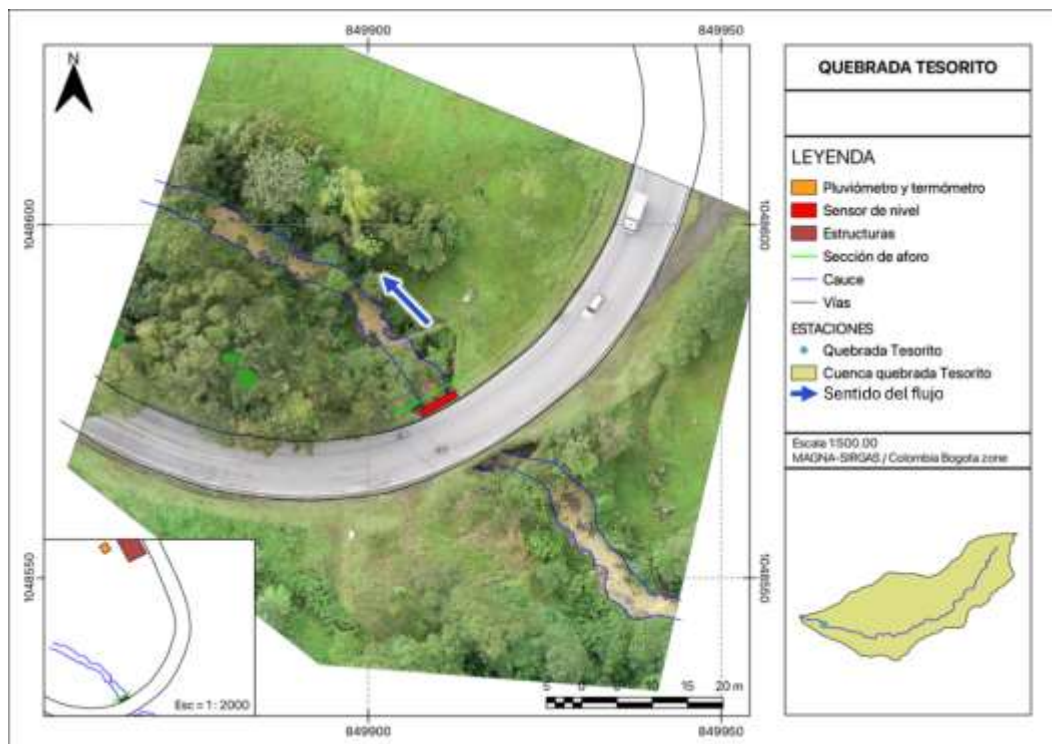


**Figura 21. Relación nivel - perímetro, quebrada Guayabal - Recinto del pensamiento (niveles para una sección típica del cauce)**

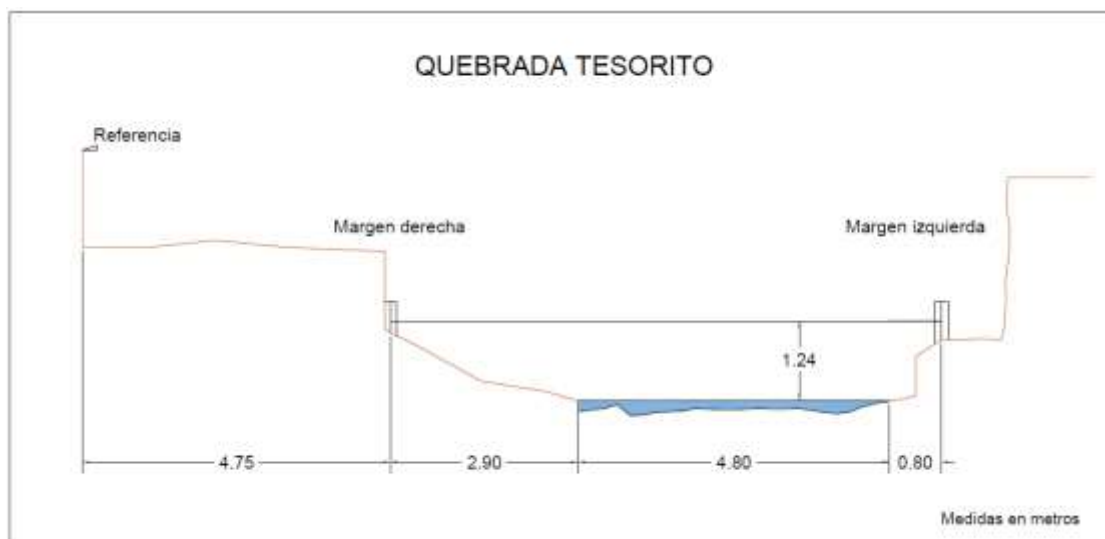


**Figura 22. Relación nivel – área mojada, quebrada Guayabal - Recinto del Pensamiento (niveles para una sección típica del cauce)**

### 5.3 Quebrada Tesorito



**Figura 23. Vista en planta quebrada Tesorito**

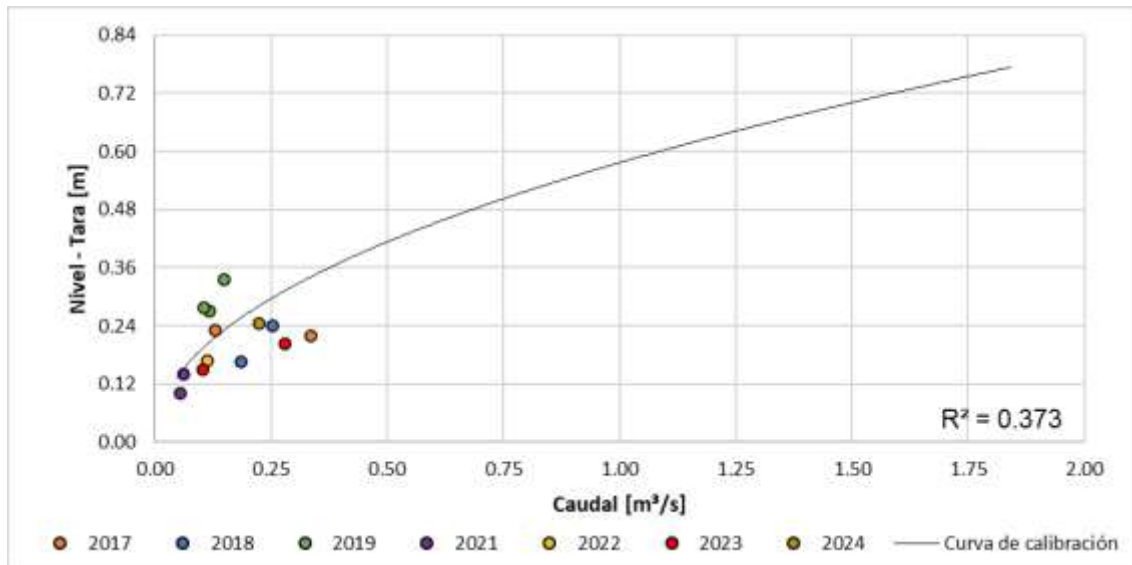


**Figura 24. Sección transversal quebrada Tesorito, medidas de uno de los aforos**

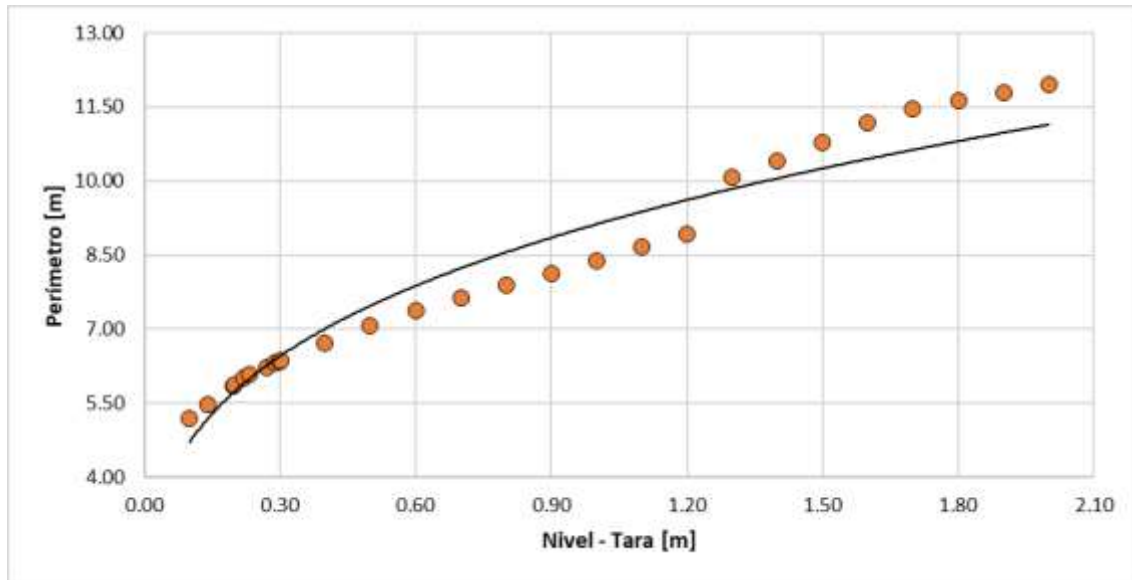
**Tabla 4. Resumen de resultados quebrada Tesorito**

ESTACIÓN					QUEBRADA TESORITO					
LATITUD		N 5° 2' 3.76"		LONGITUD		W 75° 25' 53.77"		ELEVACIÓN (msnm)		2295
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
6/11/2017	0.115	3.600	0.200	3.670	4.910	2.232	0.427	0.304	0.130	0.024
11/12/2017	0.141	6.000	0.400	6.090	4.804	2.219*	0.520	0.646	0.336	0.199
11/01/2018	0.155	5.600	0.400	5.670	4.880	2.166	0.332	0.561	0.186	0.106
23/02/2018	0.210	4.800	0.400	5.080	4.840	2.241	0.390	0.650	0.253	0.086
8/05/2019	0.261	3.800	0.300	4.230	3.980	2.335	0.246	0.608	0.150	0.167
28/06/2019	0.228	3.600	0.300	4.020	5.040	2.270	0.260	0.450	0.117	0.091
22/07/2019	0.214	3.200	0.300	3.470	5.120	2.277	0.190	0.554	0.105	0.112
29/09/2021	0.225	3.610	0.300	4.604	5.900	2.140	0.203	0.305	0.062	0.004
7/10/2021	0.238	3.700	0.300	3.790	5.980	2.100	0.133	0.416	0.055	0.025
18/07/2022	0.225	2.950	0.295	3.143	5.510	2.168	0.356	0.317	0.113	0.031
30/01/2023	0.280	3.500	0.350	3.710	5.420	2.204	0.538	0.522	0.281	0.161
7/09/2023	0.185	2.240	0.224	2.296	5.940	2.150	0.380	0.272	0.103	0.037
10/05/2024	0.230	3.600	0.360	3.643	5.620	2.245	0.467	0.481	0.225	0.053

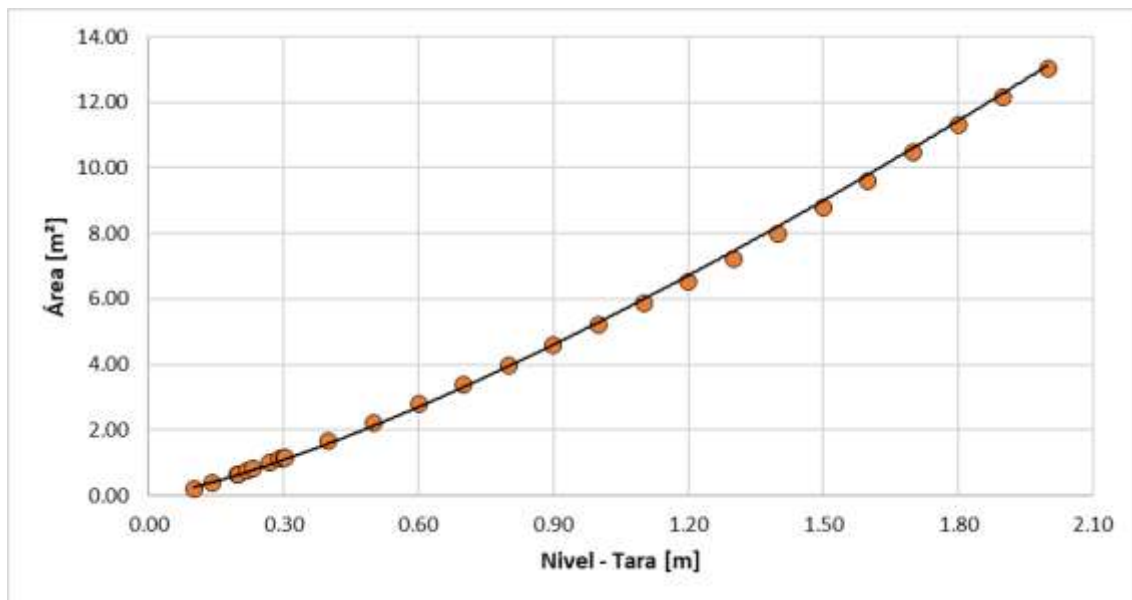
\*Nivel de sensor inconsistente respecto del caudal medido en campo.



**Figura 25. Curva de calibración quebrada Tesorito**

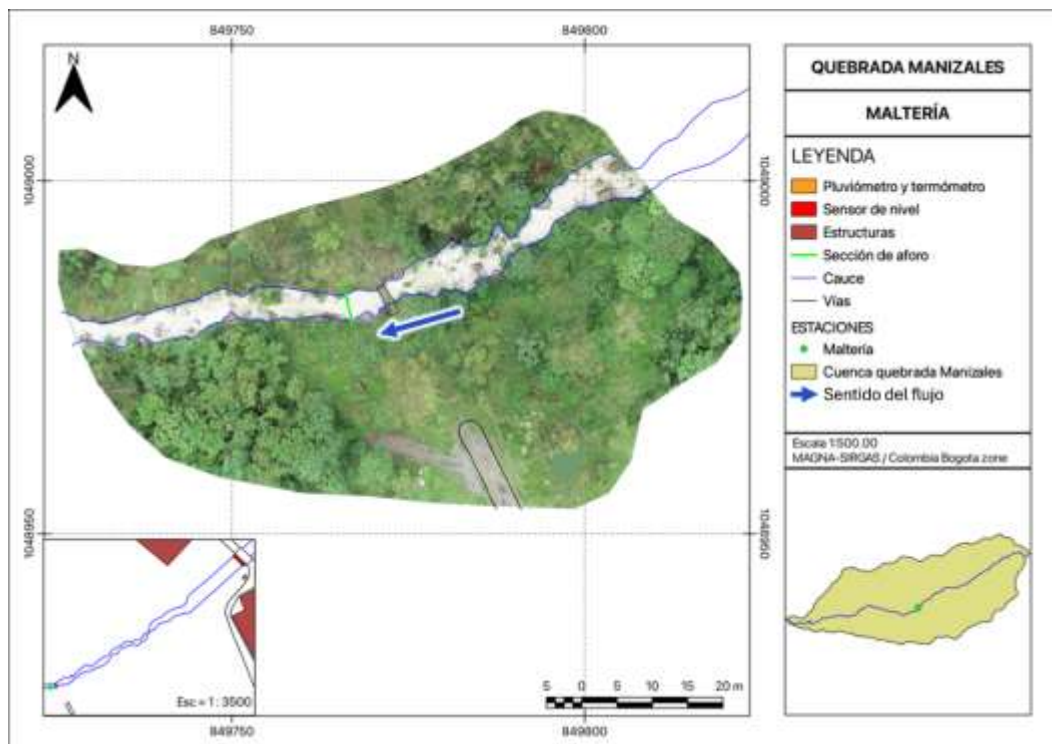


**Figura 26. Relación nivel - perímetro quebrada Tesorito (niveles para una sección típica del cauce)**

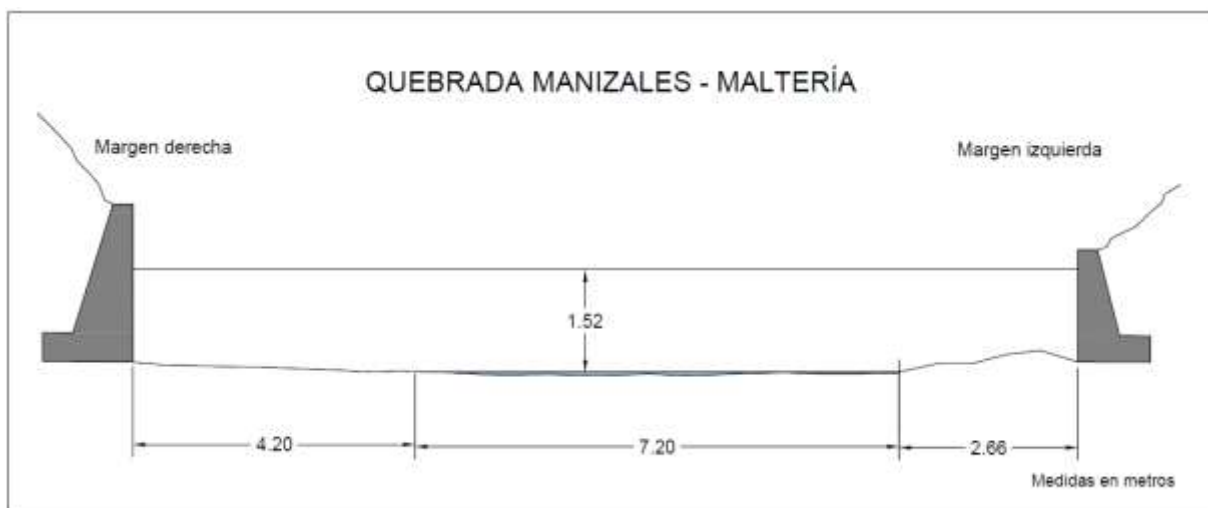


**Figura 27. Relación nivel - área mojada, quebrada Tesorito (niveles para una sección típica del cauce)**

## 5.4 Quebrada Manizales – Maltería



**Figura 28. Vista en planta quebrada Manizales – Maltería**



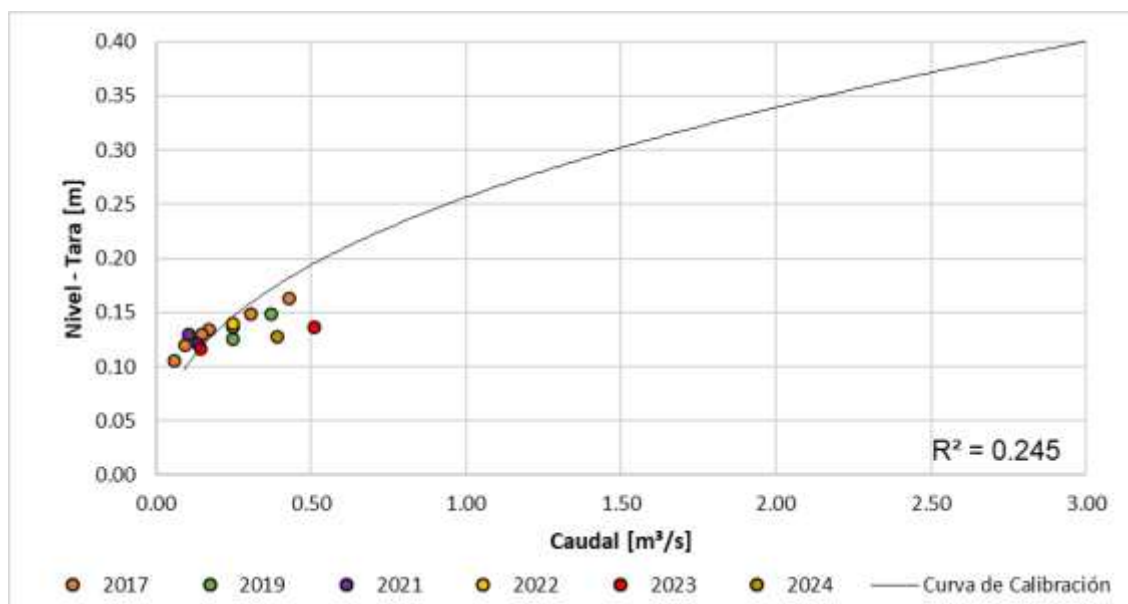
**Figura 29. Sección transversal quebrada Manizales - Maltería, medidas de uno de los aforos**



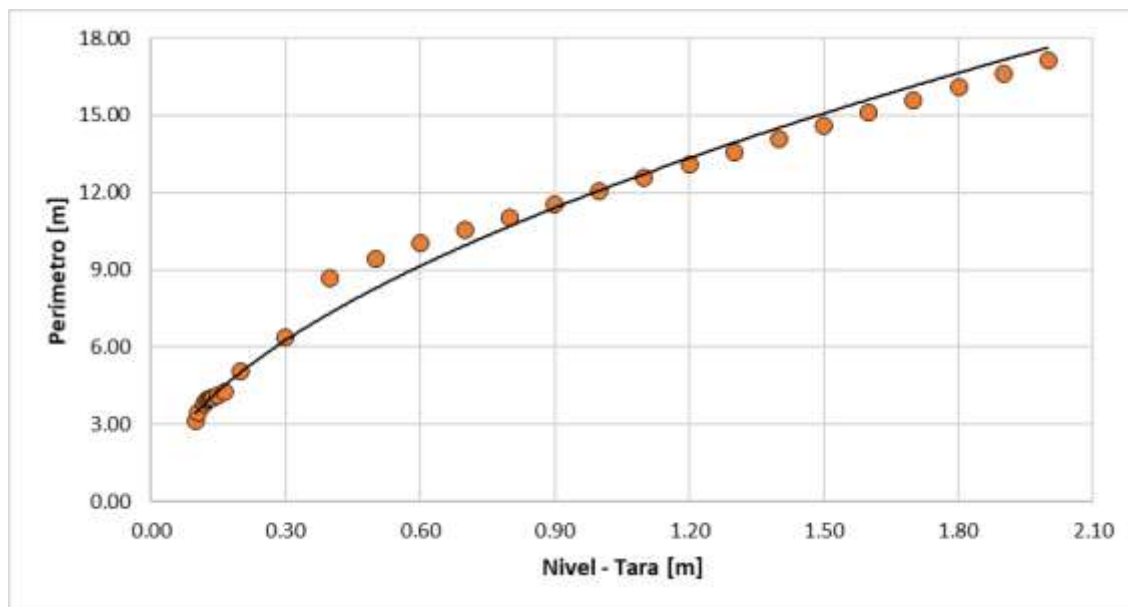
# INFORME DE AFOROS 2025

**Tabla 5. Resumen de resultados quebrada Manizales - Maltería**

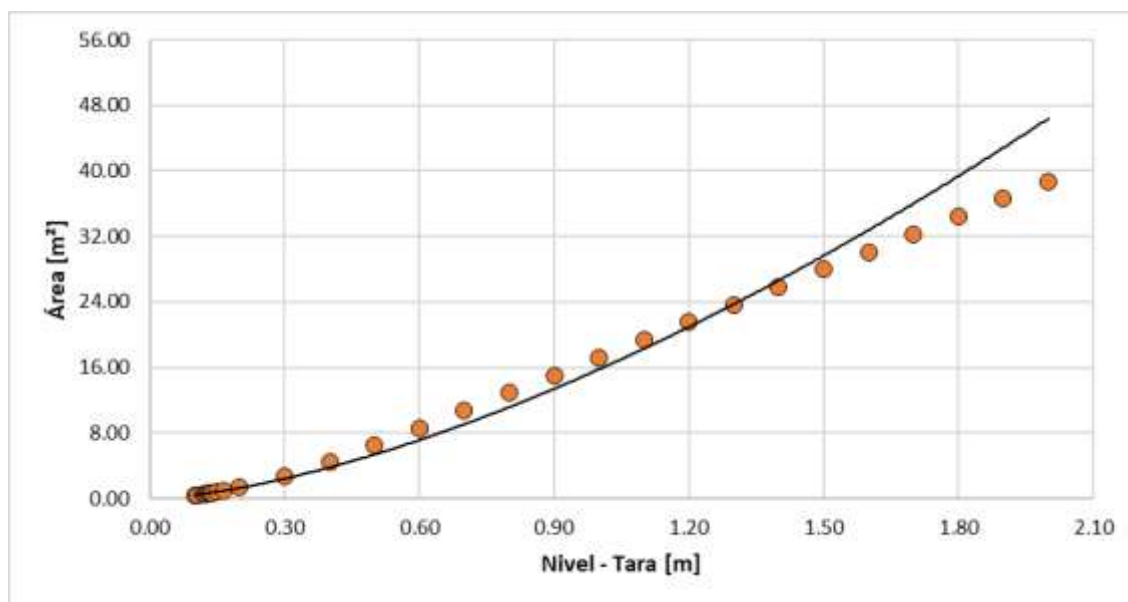
ESTACIÓN		QUEBRADA MANIZALES - MALTERÍA								
LATITUD	N 5° 2' 18.8"	LONGITUD			W 75° 25' 49.35"	ELEVACIÓN (msnm)			2267	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
9/06/2017	0.068	7.500	1.000	7.510	6.740	2.135	0.401	0.431	0.173	0.037
12/07/2017	0.140	7.820	0.500	7.860	6.750	2.129	0.314	0.472	0.148	0.044
2/08/2017	0.075	7.000	0.500	7.030	6.770	2.120	0.242	0.385	0.093	0.069
13/10/2017	0.078	7.200	0.500	7.210	6.840	2.106	0.174	0.347	0.060	0.060
13/12/2017	0.366	3.700	0.300	4.070	6.700	2.149	0.413	0.741	0.306	0.039
17/12/2017	0.412	3.900	0.320	4.250	6.400	2.164	0.445	0.966	0.430	0.100
22/05/2019	0.459	4.500	0.380	4.970	6.620	2.149	0.303	1.232	0.373	0.107
28/06/2019	0.375	4.290	0.400	4.470	6.690	2.137	0.282	0.877	0.248	0.029
29/06/2019	0.375	4.290	0.400	4.470	6.690	2.125	0.282	0.877	0.248	0.070
20/04/2021	0.395	3.500	0.300	3.820	6.680	2.130	0.197	0.539	0.106	0.088
29/09/2021	0.440	4.140	0.400	4.400	6.559	2.121	0.157	0.859	0.135	0.030
18/07/2022	0.285	4.300	0.430	4.420	6.540	2.140	0.428	0.576	0.247	0.016
30/01/2023	0.370	3.100	0.310	3.358	6.500	2.137	0.958	0.533	0.511	0.292
7/09/2023	0.340	3.000	0.300	3.250	6.550	2.116	0.272	0.534	0.145	0.005
10/05/2024	0.240	4.850	0.485	5.012	6.500	2.127	0.573	0.684	0.392	0.207



**Figura 30. Curva de calibración quebrada Manizales – Maltería**



**Figura 31. Relación nivel - perímetro, quebrada Manizales – Maltería (niveles para una sección típica del cauce)**



**Figura 32. Relación nivel - área mojada, quebrada Manizales – Maltería (niveles para una sección típica del cauce)**

5.5 Quebrada El Bohío

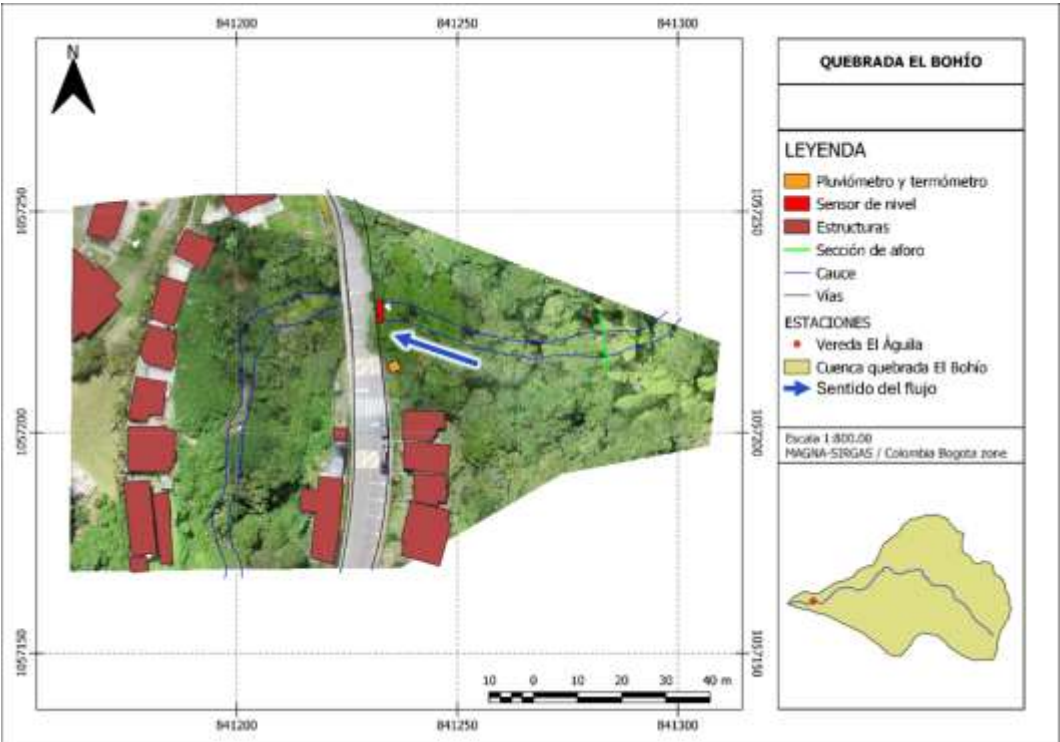


Figura 33. Vista en planta quebrada El Bohío

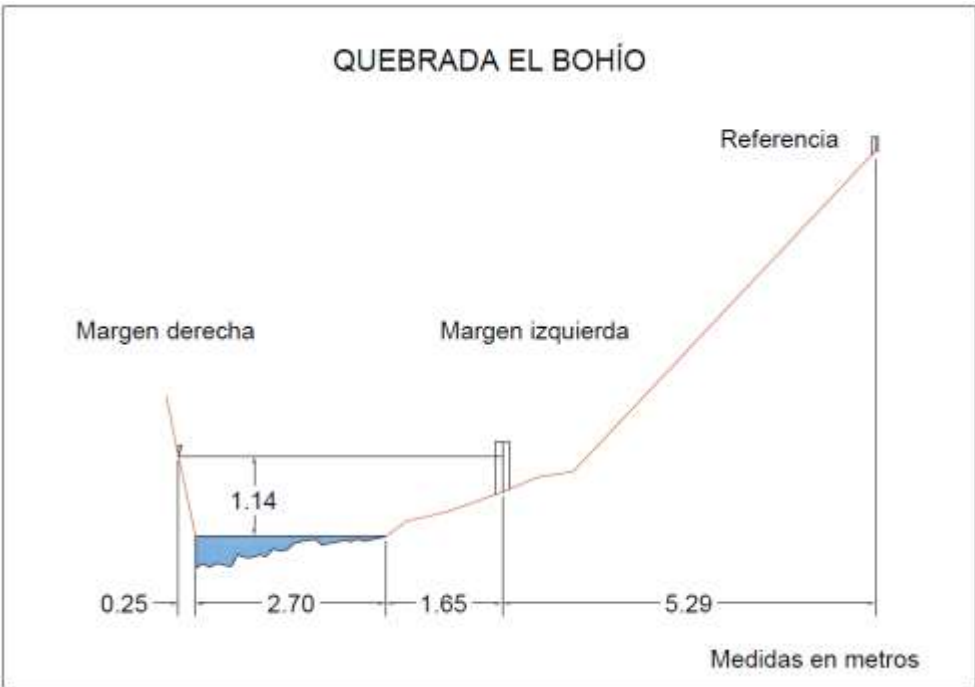
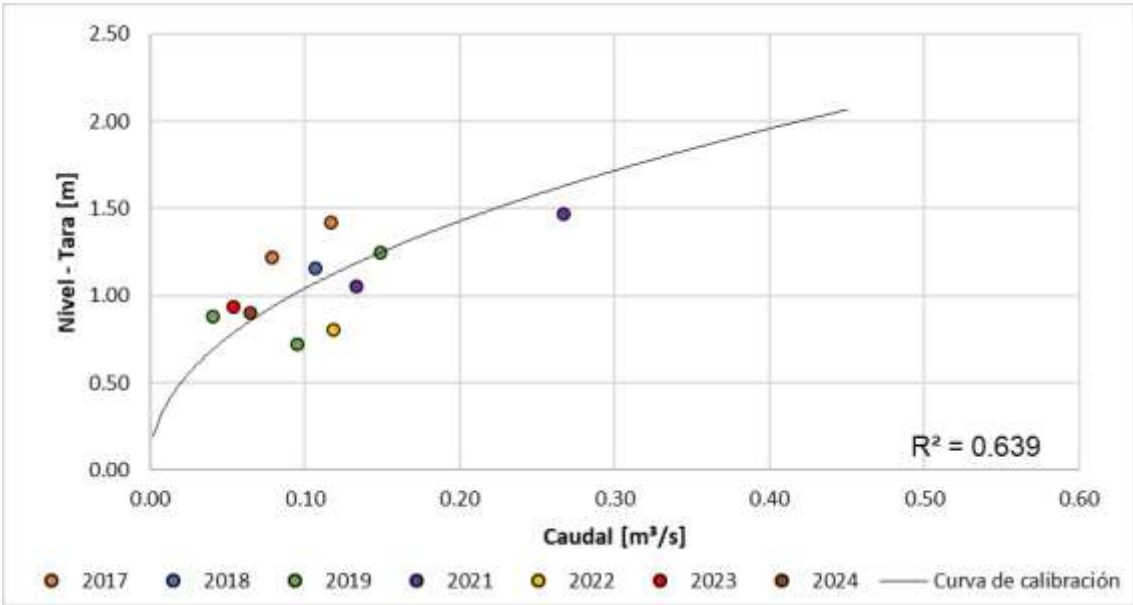


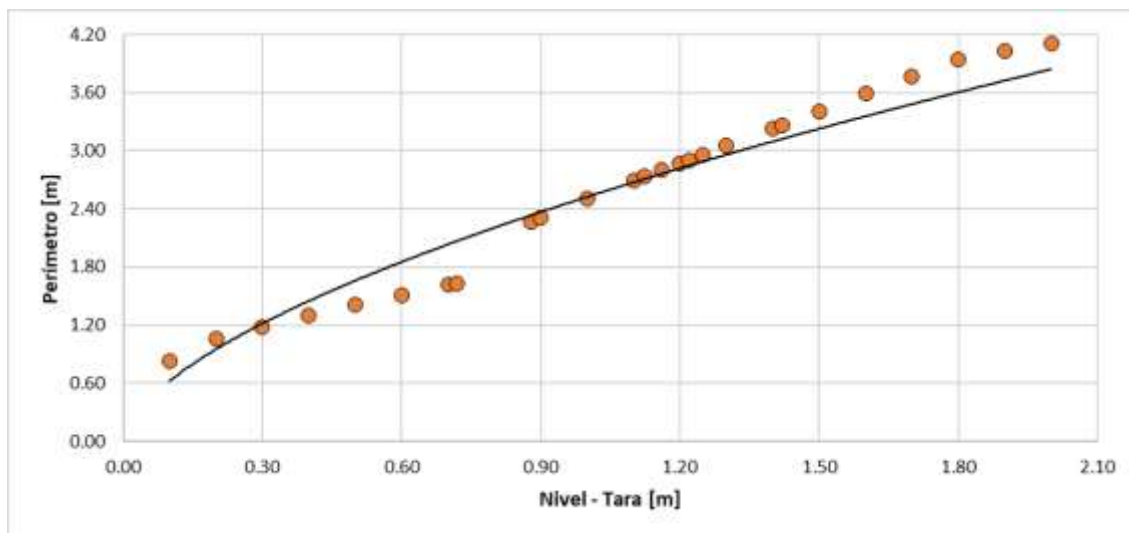
Figura 34. Sección transversal quebrada El Bohío, medidas de uno de los aforos

Tabla 6. Resumen de resultados quebrada El Bohío

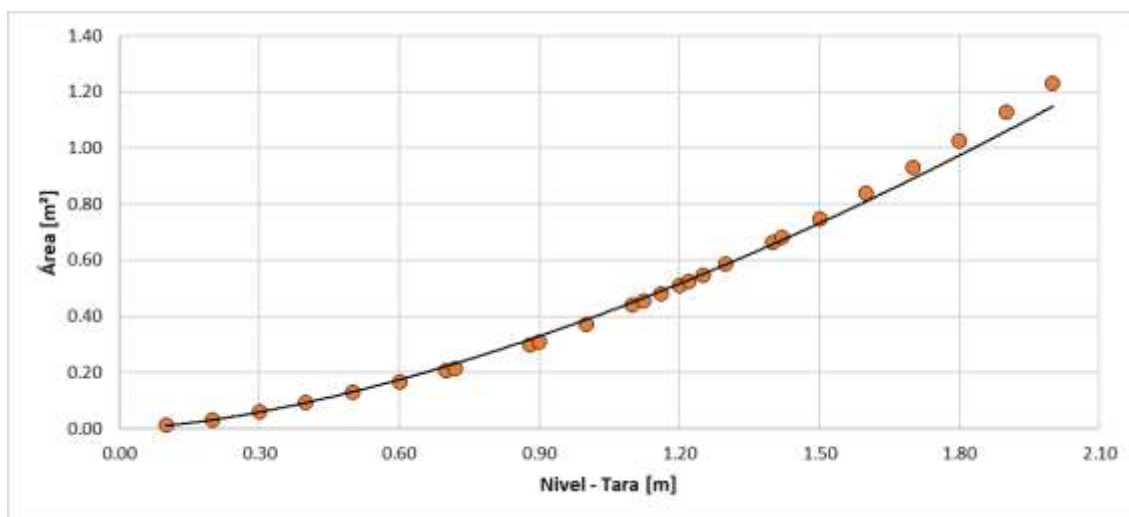
ESTACIÓN		QUEBRADA EL BOHÍO - VEREDA EL ÁGUILA								
LATITUD	N 5° 6' 42.95"			LONGITUD	W 75° 30' 40.4"			ELEVACIÓN (msnm)		1690
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR			RESULTADOS		
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
9/11/2017	0.223	2.200	0.200	2.493	13.700	3.220	0.303	0.259	0.079	0.063
15/12/2017	0.303	1.950	0.200	2.380	13.140	3.420	0.338	0.346	0.117	0.081
10/01/2018	0.390	2.200	0.200	2.440	13.300	3.160	0.237	0.449	0.107	0.020
24/02/2018	0.263	2.700	0.200	3.480	12.900	3.275*	0.935	0.531	0.497	0.341
11/05/2019	0.360	2.560	0.220	3.014	13.050	3.250	0.438	0.340	0.149	0.001
3/07/2019	0.310	2.500	0.220	2.930	13.100	2.720	0.279	0.341	0.095	0.051
25/07/2019	0.230	1.780	0.180	2.040	11.790	2.880	0.188	0.217	0.041	0.028
6/04/2021	0.305	2.850	0.300	3.220	11.790	3.057	0.248	0.370	0.133	0.030
5/09/2021	0.353	3.120	0.300	3.610	11.680	3.465	0.544	0.490	0.267	0.055
18/07/2022	0.175	2.280	0.228	2.426	12.000	2.806	0.418	0.283	0.118	0.061
28/01/2023	0.400	2.700	0.270	3.104	12.200	2.834*	0.434	0.510	0.221	0.160
5/09/2023	0.090	2.200	0.220	2.238	12.100	2.934	0.271	0.198	0.054	0.025
20/05/2024	0.230	1.300	0.130	1.510	12.150	2.900	0.410	0.158	0.065	0.007

\*Nivel del sensor inconsistente con respecto al caudal medido en campo





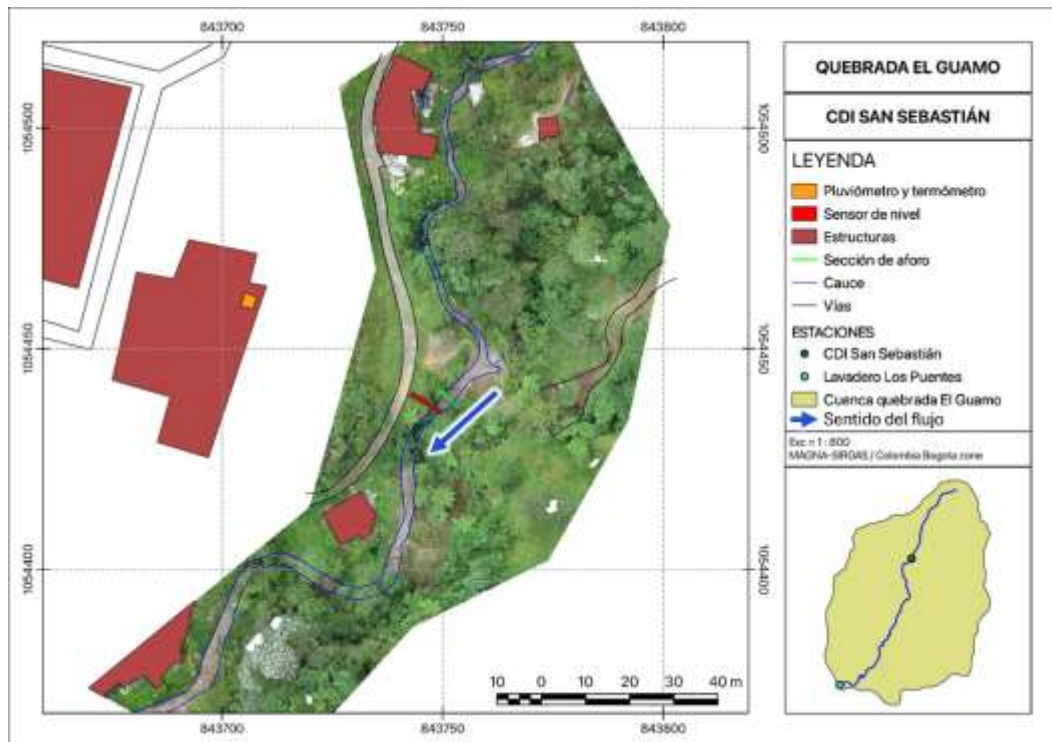
**Figura 36. Relación nivel - Perímetro, quebrada El Bohío (nivel para una sección típica del cauce)**



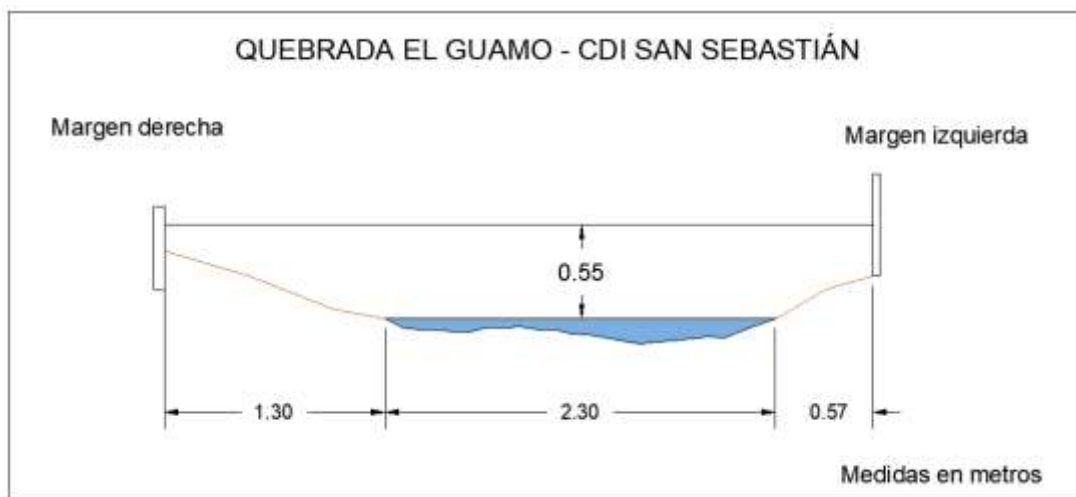
**Figura 37. Relación nivel - área, quebrada El Bohío (nivel para una sección típica del cauce)**



## 5.6 Quebrada El Guamo – CDI San Sebastián



**Figura 38. Vista en planta quebrada El Guamo - CDI San Sebastián**



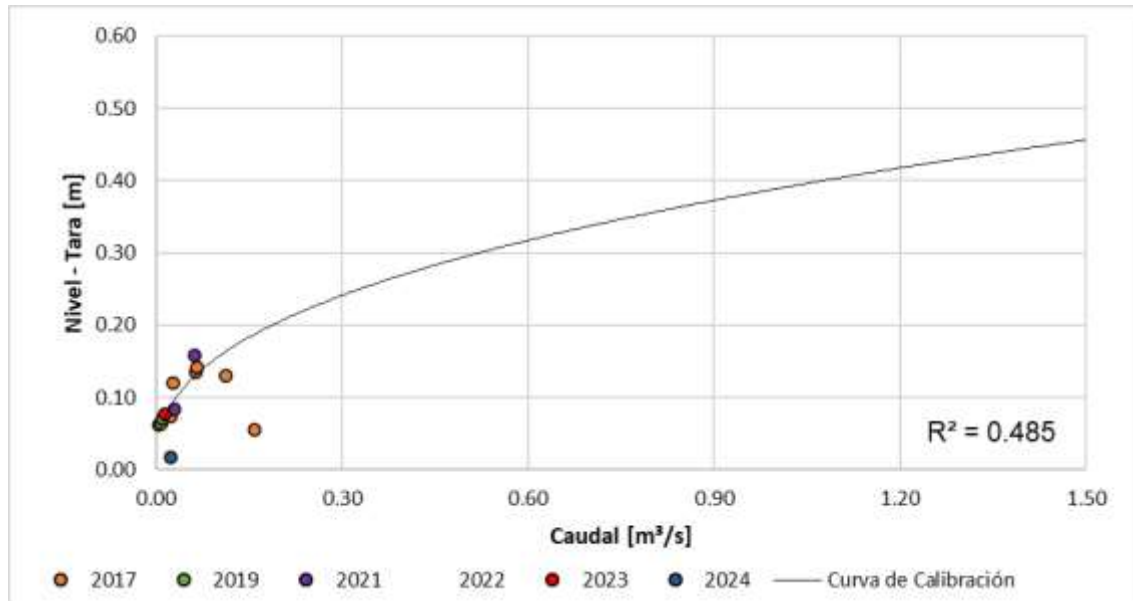
**Figura 39. Perfil típico quebrada el Guamo - CDI San Sebastián, tomada de uno de los aforos**

# INFORME DE AFOROS 2025

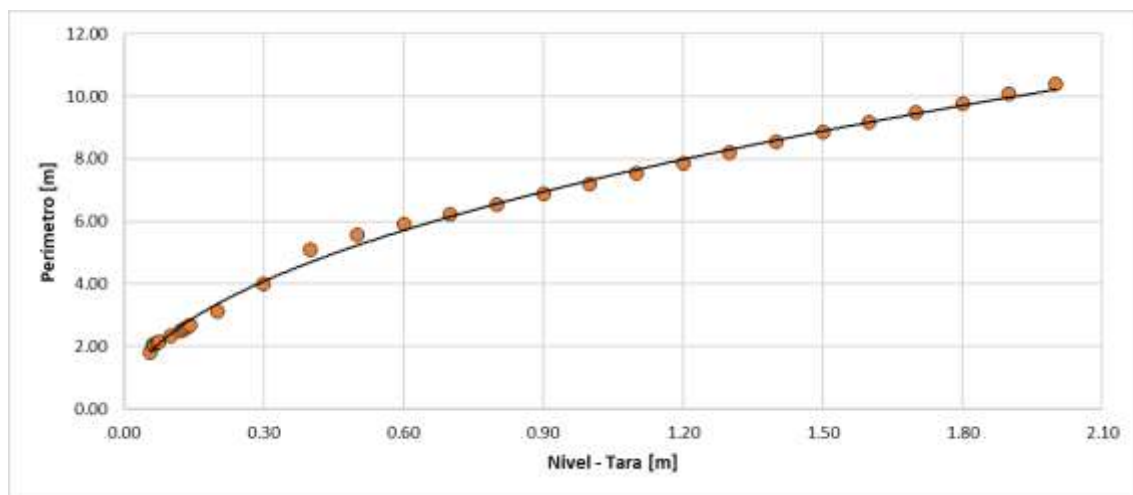
**Tabla 7. Resumen de resultados quebrada El Guamo - CDI San Sebastián**

ESTACIÓN		QUEBRADA EL GUAMO - CDI SAN SEBASTIÁN								
LATITUD	N 5° 5' 23.76"		LONGITUD		W 75° 29' 23.46"		ELEVACIÓN (msnm)		2120	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
9/05/2017	0.165	2.500	0.300	2.580	12.620	2.130	0.353	0.319	0.113	0.053
19/05/2017	0.171	3.000	0.300	3.060	12.550	2.056	0.382	0.418	0.160	0.151
30/06/2017	0.145	2.300	0.260	2.340	12.630	2.135	0.278	0.232	0.065	0.001
19/07/2017	0.100	2.200	0.240	2.240	12.710	2.063	0.034	0.154	0.005	0.006
27/07/2017	0.102	2.300	0.200	2.310	12.690	2.074	0.176	0.140	0.025	0.008
10/08/2017	0.095	2.240	0.200	2.350	12.650	2.120	0.181	0.150	0.027	0.023
12/12/2017	0.151	2.300	0.200	2.310	12.580	2.141	0.349	0.189	0.066	0.006
14/05/2019	0.115	2.730	0.260	2.780	12.740	2.064	0.039	0.208	0.008	0.004
20/07/2019	0.140	2.980	0.200	3.100	12.700	2.070	0.035	0.302	0.011	0.004
30/03/2021	0.130	2.400	0.300	2.480	12.600	2.158	0.315	0.196	0.062	0.031
15/09/2021	0.085	2.200	0.200	2.240	12.650	2.084	0.324	0.092	0.030	0.008
11/07/2022	0.152	1.850	0.185	1.883	12.800	2.355*	0.249	0.147	0.037	0.552
31/01/2023	0.100	2.000	0.200	2.048	12.900	2.300*	0.356	0.128	0.046	0.354
4/09/2023	0.070	1.500	0.150	1.520	12.000	2.077	0.173	0.078	0.014	0.004
21/05/2024	0.140	1.330	0.130	1.400	12.600	2.017	0.297	0.080	0.024	0.023

\*Nivel del sensor inconsistente respecto al caudal medido en campo



**Figura 40. Curva de calibración quebrada El Guamo - CDI San Sebastián**



**Figura 41. Relación nivel - Perímetro quebrada El Guamo - CDI San Sebastián (nivel para una sección típica del cauce)**

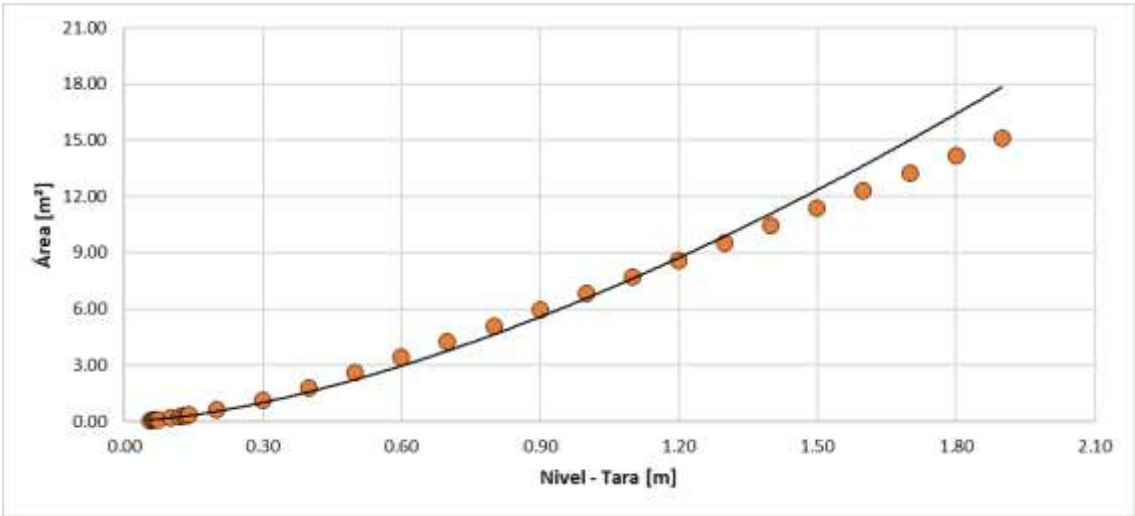


Figura 42. Relación nivel - área, quebrada El Guamo - CDI San Sebastián (nivel para una sección típica del cauce)

5.7 Quebrada El Guamo – Lavadero Los Puentes

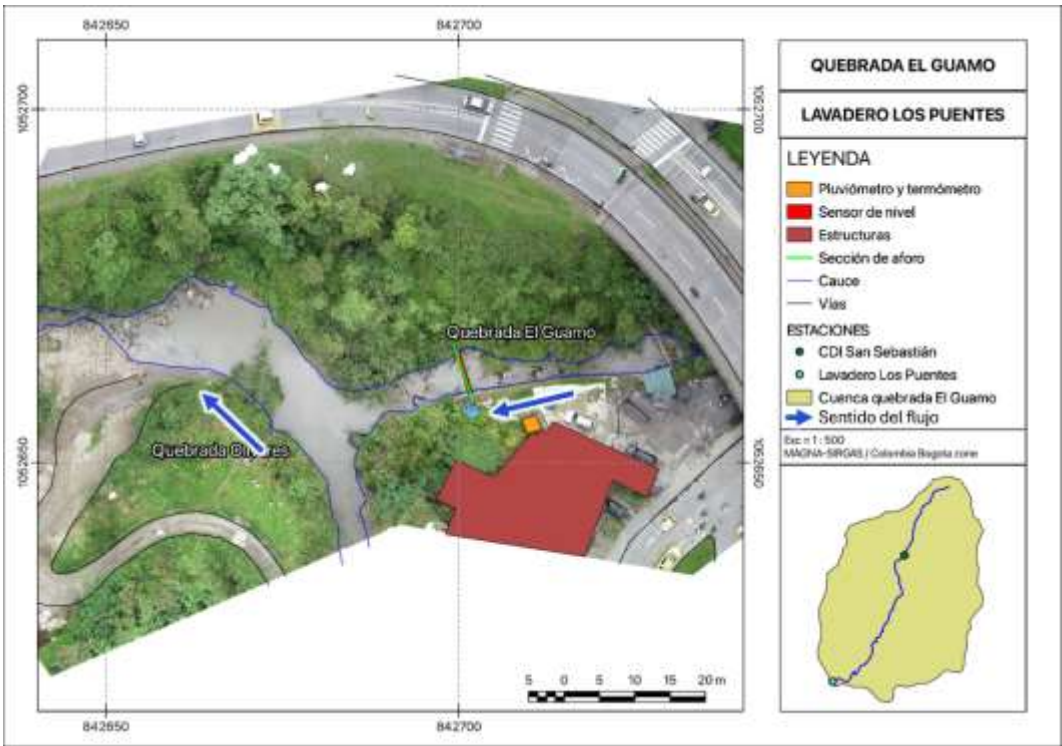


Figura 43. Vista en planta quebrada El Guamo - Lavadero los Puentes

# INFORME DE AFOROS 2025

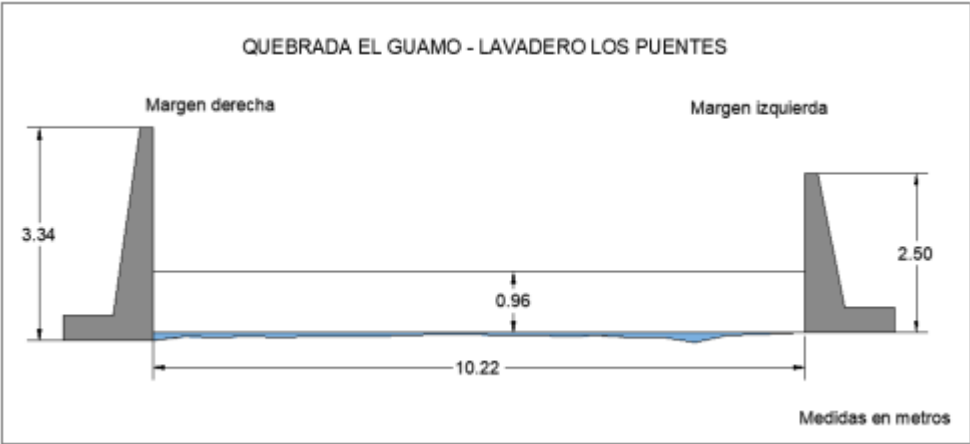
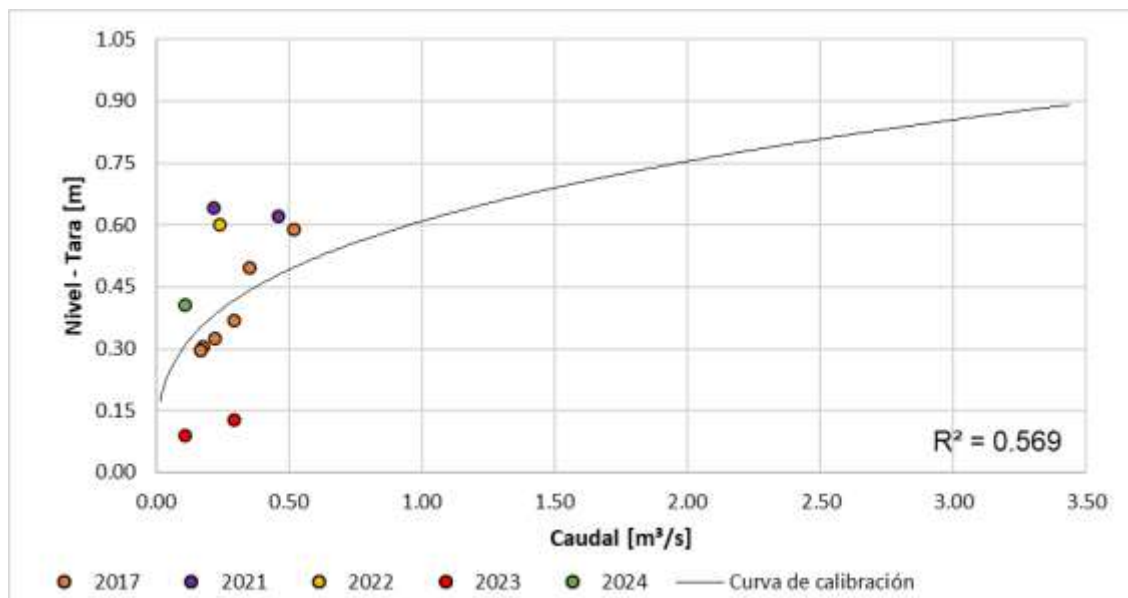


Figura 44. Sección transversal típica quebrada El Guamo - Lavadero los Puentes, medidas de uno de los aforos

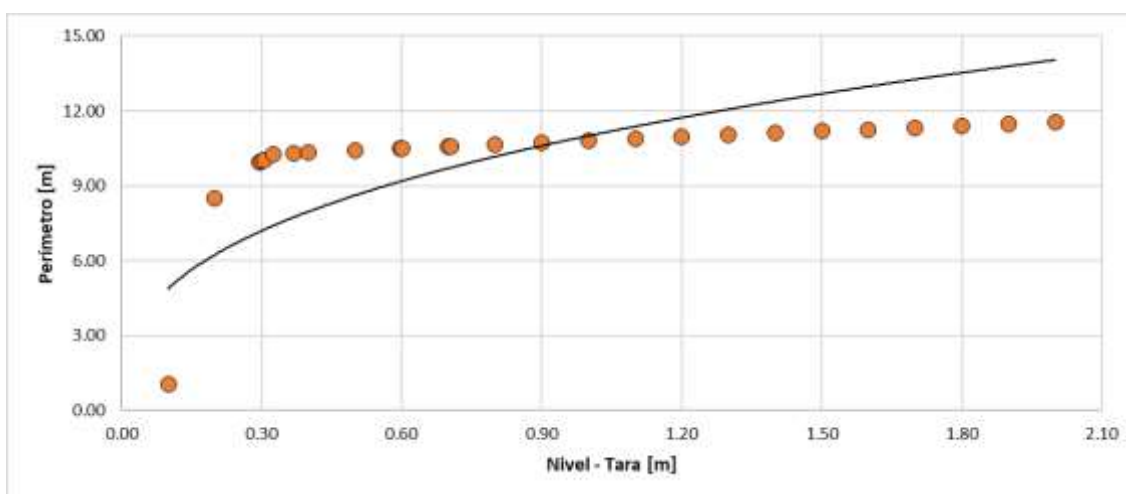
Tabla 8. Resumen de resultados quebrada El Guamo - Lavadero Los Puentes

ESTACIÓN		QUEBRADA EL GUAMO - LAVADERO LOS PUENTES								
LATITUD	N 5° 4' 15.08"		LONGITUD		W 75° 29' 54.96"		ELEVACIÓN (msnm)		2043	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	SECCIÓN DE AFORO				SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m2)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
5/05/2017	0.155	10.220	1.000	10.340	5.320	2.495	0.449	0.787	0.353	0.108
18/05/2017	0.167	10.220	1.000	10.350	5.210	2.590	0.583	0.893	0.521	0.210
20/06/2017	0.160	10.220	1.000	10.380	5.450	2.368	0.438	0.677	0.297	0.085
4/07/2017	0.134	10.220	1.000	10.330	5.520	2.324	0.340	0.661	0.225	0.073
27/07/2017	0.145	9.000	1.000	9.110	5.680	2.305	0.347	0.507	0.176	0.047
10/08/2017	0.148	10.220	1.000	10.370	5.720	2.296	0.326	0.524	0.171	0.051
30/03/2021	0.145	9.500	1.000	9.640	5.250	2.620	0.482	0.953	0.460	0.372
15/09/2021	0.106	9.500	0.900	9.360	5.210	2.640	0.438	0.494	0.217	0.688
11/07/2022	0.077	5.200	0.520	5.210	5.200	2.601	0.791	0.303	0.240	0.529
31/01/2023	0.100	5.200	0.520	5.278	4.980	2.128	0.959	0.305	0.293	0.279
4/09/2023	0.060	5.120	0.512	5.127	5.040	2.088	0.561	0.194	0.109	0.104
21/05/2024	0.060	5.350	0.535	5.360	5.190	2.407	0.542	0.207	0.112	0.163





**Figura 45. Curva de calibración quebrada El Guamo - Lavadero Los Puentes**



**Figura 46. Relación nivel - Perímetro, quebrada El Guamo - Lavadero Los Puentes (nivel para una sección típica del cauce)**

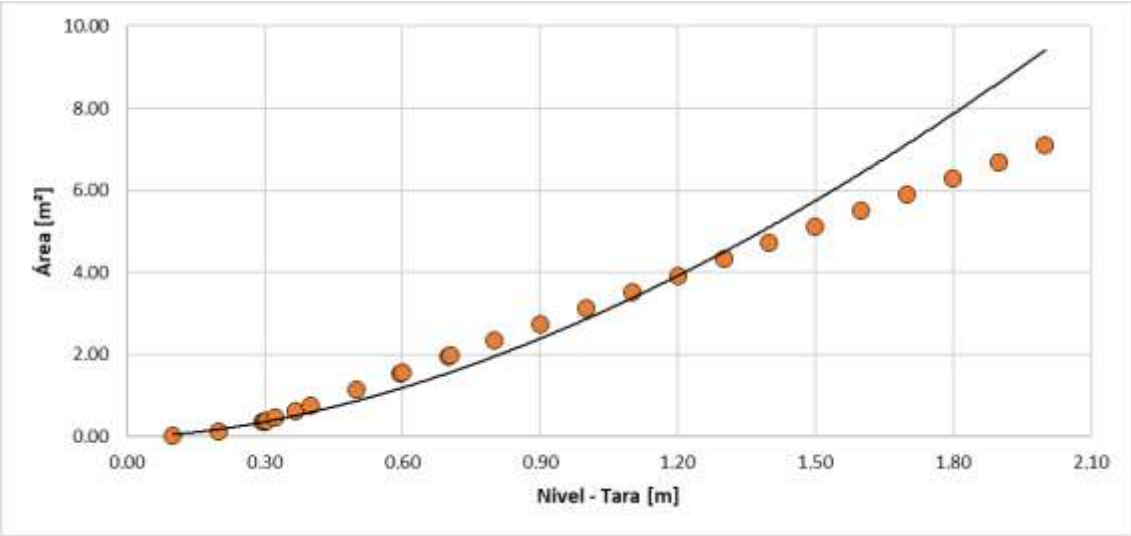


Figura 47. Relación nivel - área quebrada El Guamo - Lavadero Los Puentes (nivel para una sección típica del cauce)

5.8 Quebrada Salinas – Relleno Sanitario EMAS

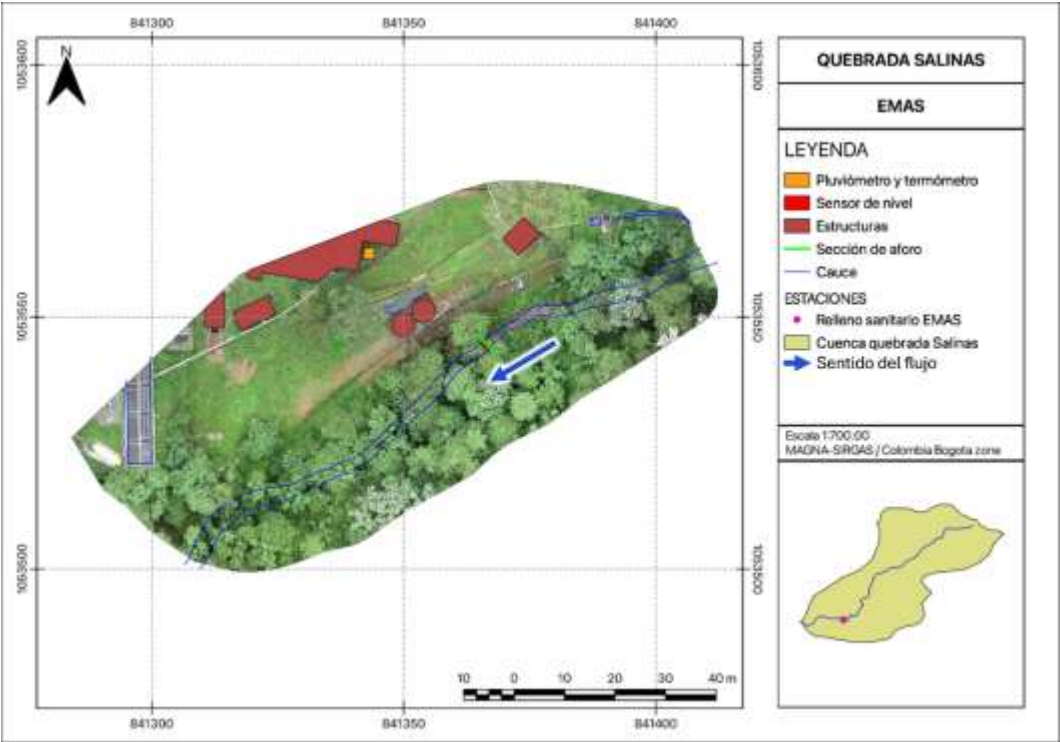
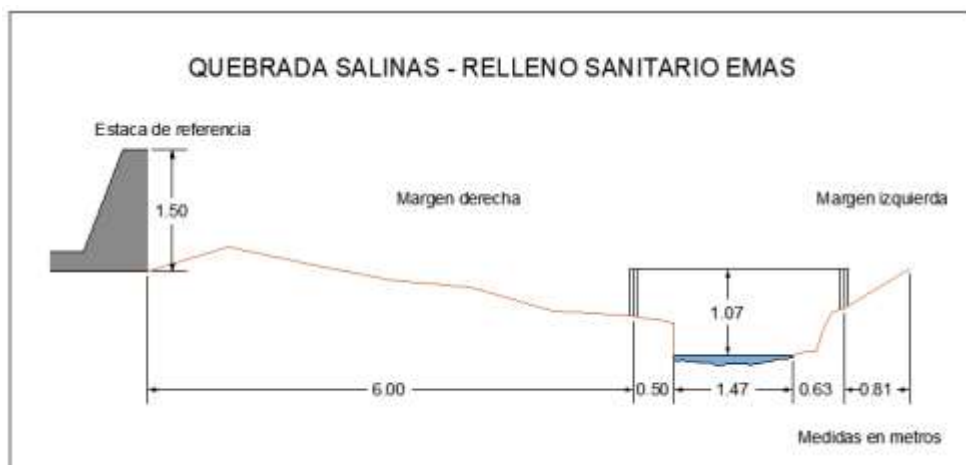


Figura 48. Vista en planta quebrada Salinas – EMAS

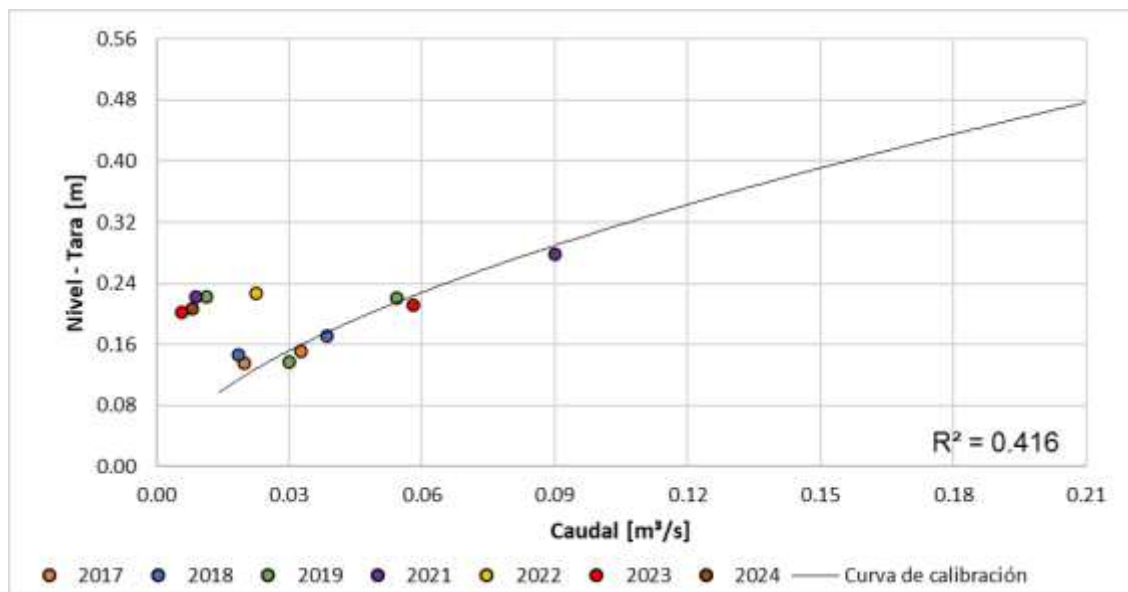
# INFORME DE AFOROS 2025



**Figura 49. Sección transversal típica, quebrada Salinas - EMAS, medidas de uno de los aforos**

**Tabla 9. Resumen de resultado quebrada Salinas - EMAS**

ESTACIÓN		QUEBRADA SALINAS - RELLENO SANITARIO EMAS								
LATITUD	N 5° 4' 43.49"		LONGITUD		W 75° 30' 32.37"		ELEVACIÓN (msnm)		2020	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
23/11/2017	0.106	1.450	0.100	1.540	8.620	2.151	0.262	0.125	0.033	0.004
7/12/2017	0.104	1.400	0.100	1.550	8.690	2.135	0.172	0.116	0.020	0.003
6/01/2018	0.068	1.400	0.100	1.520	8.800	2.146	0.250	0.074	0.019	0.008
28/02/2018	0.111	1.470	0.100	1.580	8.500	2.171	0.328	0.117	0.038	0.003
3/07/2019	0.170	1.600	0.400	1.650	8.510	2.222	0.068	0.167	0.011	0.044
30/07/2019	0.213	1.840	0.120	2.020	8.730	2.220	0.193	0.281	0.054	0.001
29/08/2019	0.115	1.610	0.120	1.670	8.820	2.138	0.230	0.131	0.030	0.006
20/04/2021	0.111	1.000	0.100	1.100	8.650	2.278	0.113	0.076	0.090	0.007
6/10/2021	0.104	1.100	0.100	1.240	8.625	2.223	0.107	0.082	0.009	0.047
15/07/2022	0.148	1.400	0.140	1.490	8.500	2.227	0.184	0.123	0.023	0.035
27/03/2023	0.190	1.900	0.190	2.099	8.550	2.212	0.283	0.205	0.058	0.007
5/09/2023	0.096	1.200	0.120	1.241	8.500	2.202	0.109	0.053	0.006	0.041
21/05/2024	0.070	1.300	0.130	1.330	8.430	2.207	0.197	0.041	0.008	0.041



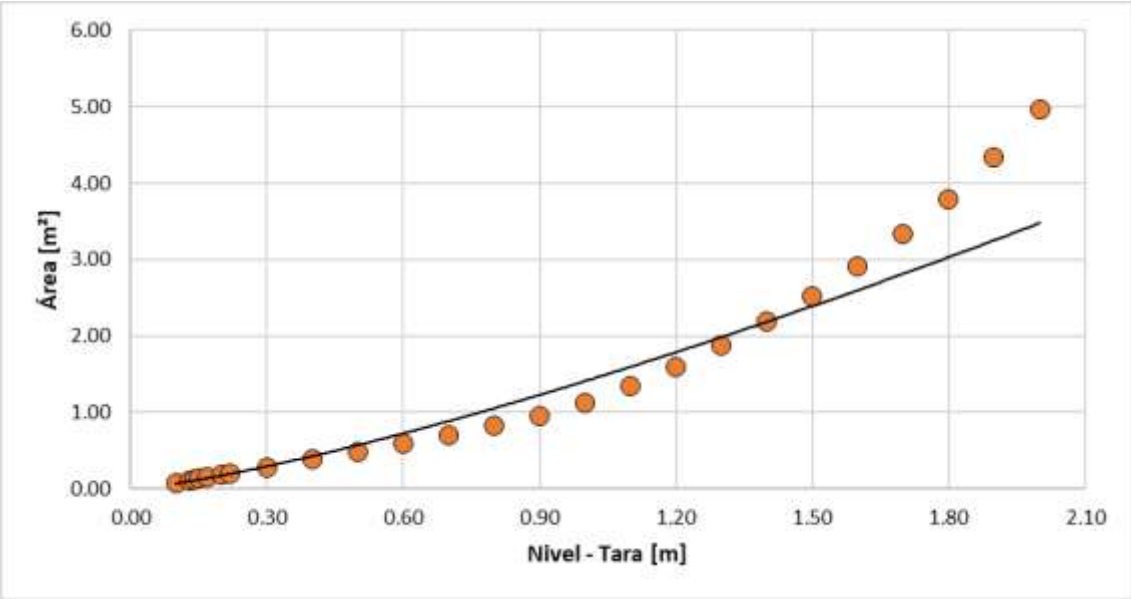


Figura 52. Relación nivel - área quebrada Salinas – EMAS (nivel para una sección típica del cauce)

5.9 Quebrada El Triunfo – Mirador de Villapilar

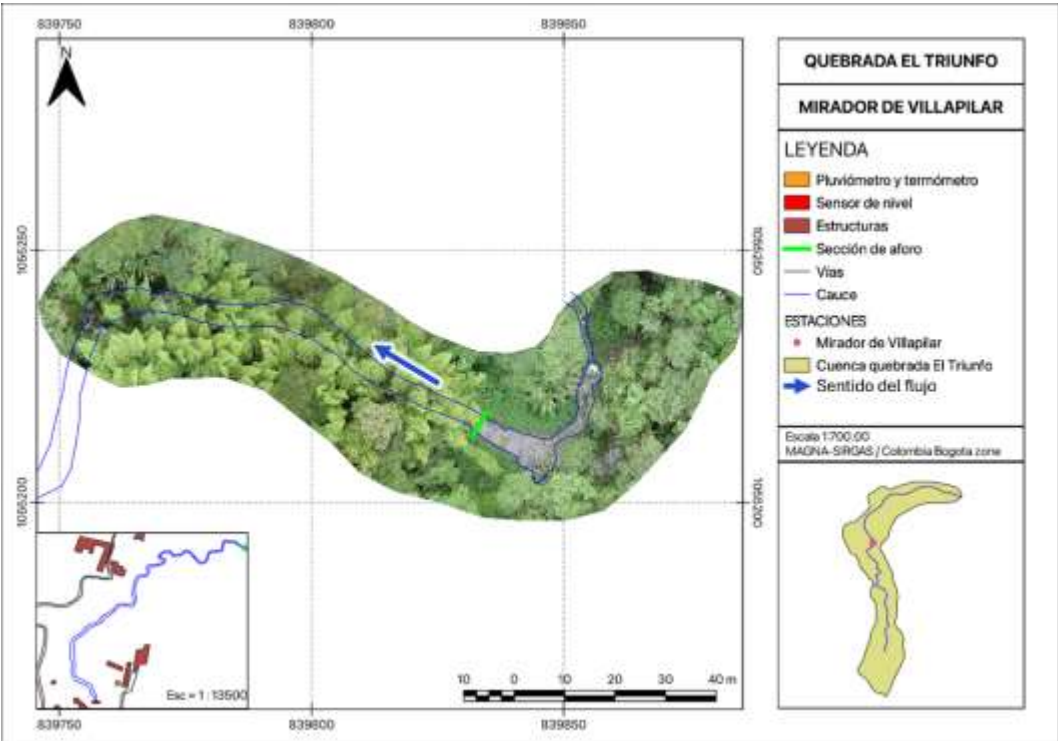


Figura 53. Vista en planta quebrada El Triunfo - Mirador de Villapilar



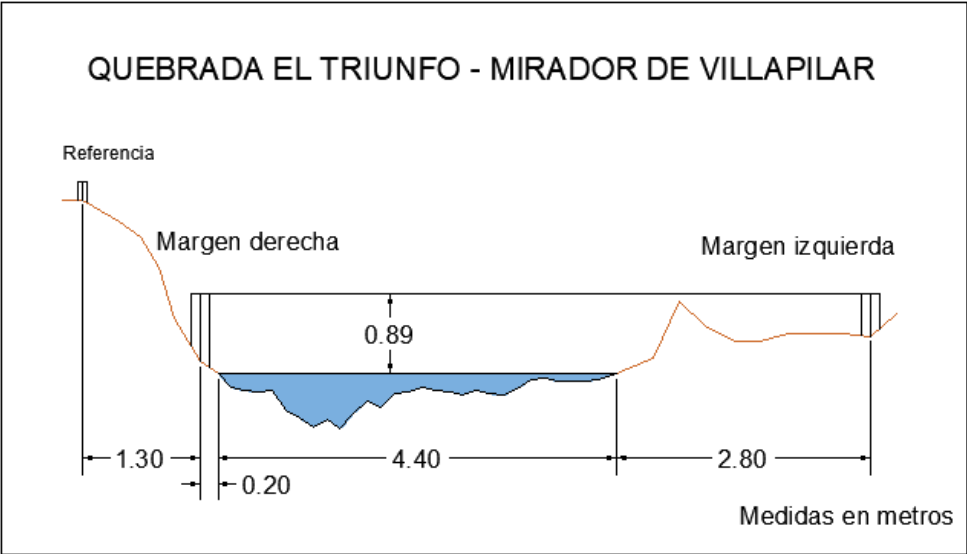
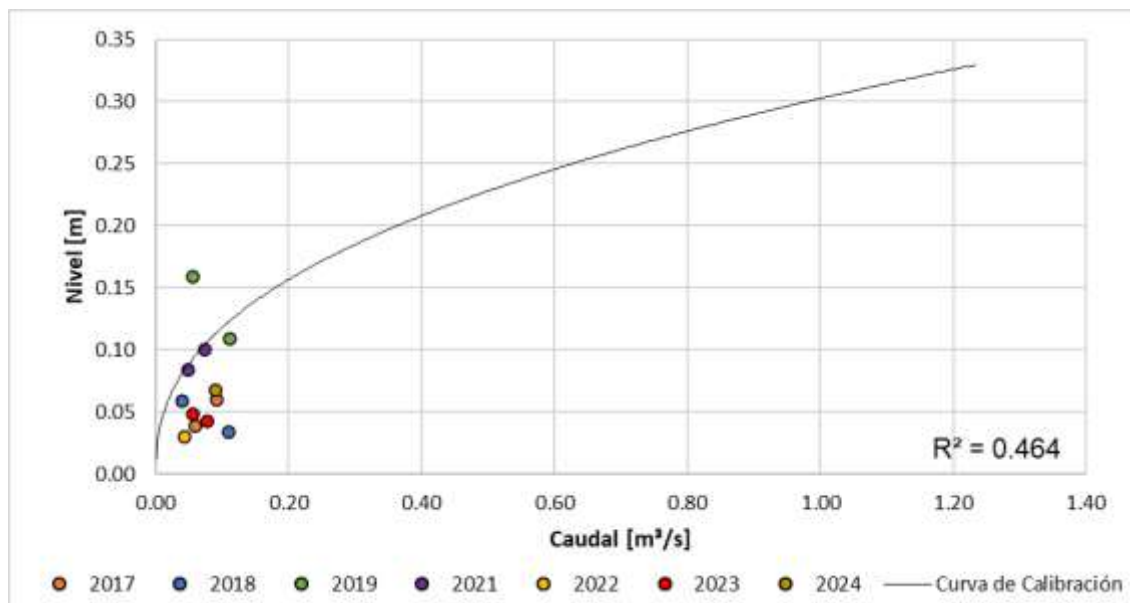


Figura 54. Sección transversal típica, quebrada el Triunfo - Mirador de Villapilar, medidas correspondientes a uno de los aforos

Tabla 10. Resumen de resultados, quebrada el Triunfo - Mirador de Villapilar

ESTACIÓN		QUEBRADA EL TRIUNFO - MIRADOR DE VILLAPILAR								
LATITUD	N 5° 5' 20.93"		LONGITUD		W 75° 31' 34.25"		ELEVACIÓN (msnm)		2046	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
14/11/2017	0.443	5.000	0.500	5.441	1.511	0.039	0.057	1.050	0.060	0.053
12/12/2017	0.379	3.300	0.300	3.740	1.490	0.060	0.116	0.797	0.092	0.073
6/01/2018	0.528	4.700	0.300	5.523	1.517	0.033	0.092	1.188	0.109	0.104
28/02/2018	0.600	4.400	0.300	4.980	1.491	0.059	0.039	1.004	0.039	0.020
22/05/2019	0.487	4.600	0.420	5.800	1.441	0.109	0.113	0.979	0.111	0.023
4/08/2019	0.386	4.200	0.350	4.640	1.391	0.159	0.076	0.734	0.056	0.170
14/04/2021	0.243	4.400	0.440	4.720	1.450	0.100	0.107	0.682	0.073	0.002
16/09/2021	0.258	4.840	0.400	5.100	1.466	0.084	0.077	0.632	0.048	0.002
11/07/2022	0.231	1.680	0.168	1.875	1.520	0.031	0.196	0.221	0.043	0.040
30/01/2023	0.310	2.500	0.250	2.854	1.507	0.042	0.185	0.417	0.077	0.069
5/09/2023	0.300	3.200	0.320	3.350	1.502	0.048	0.112	0.494	0.055	0.044
10/05/2024	0.310	2.000	0.200	2.249	1.483	0.067	0.242	0.373	0.090	0.064



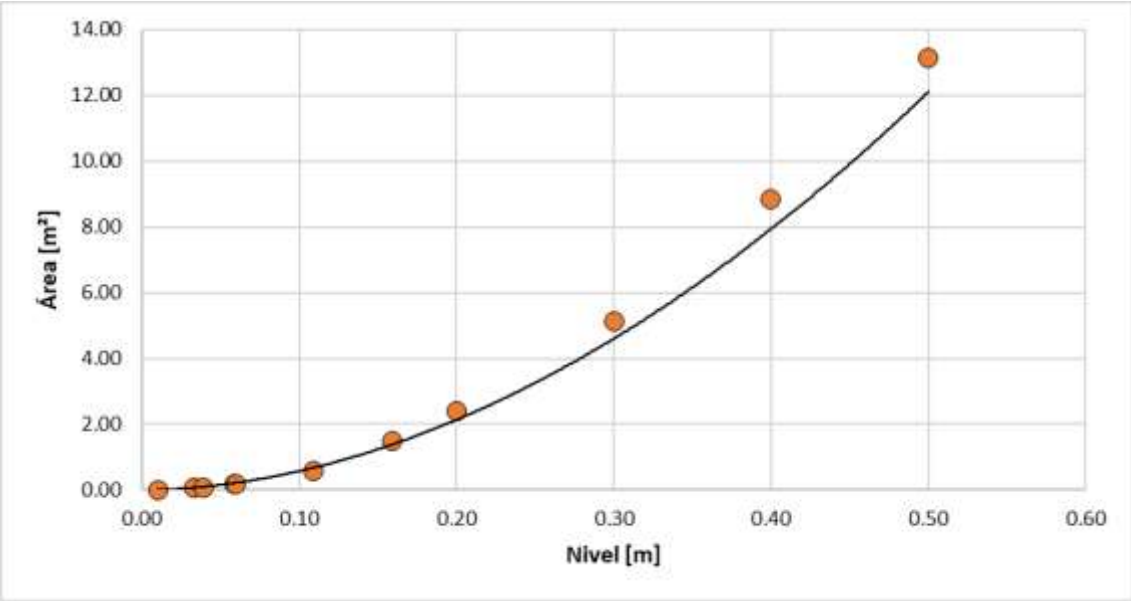


Figura 57. Relación nivel - área quebrada El Triunfo - Mirador de Villapilar (nivel para una sección típica del cauce)

5.10 Quebrada Olivares – Bocatoma

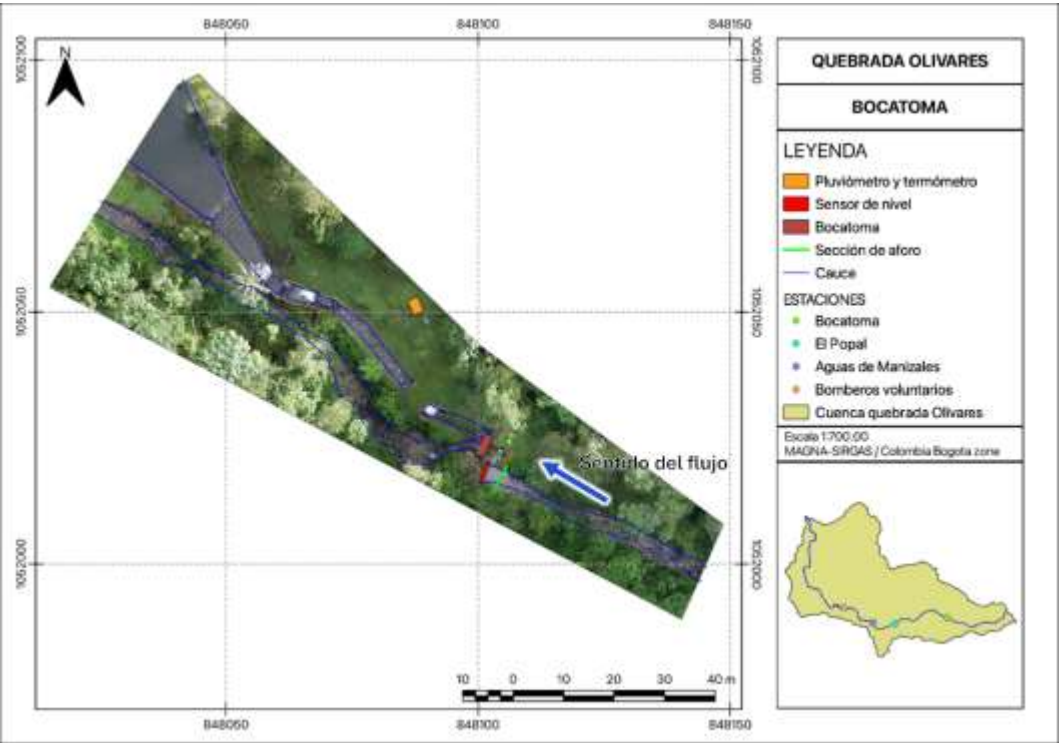


Figura 58. Vista en planta quebrada Olivares – Bocatoma

INFORME DE AFOROS 2025

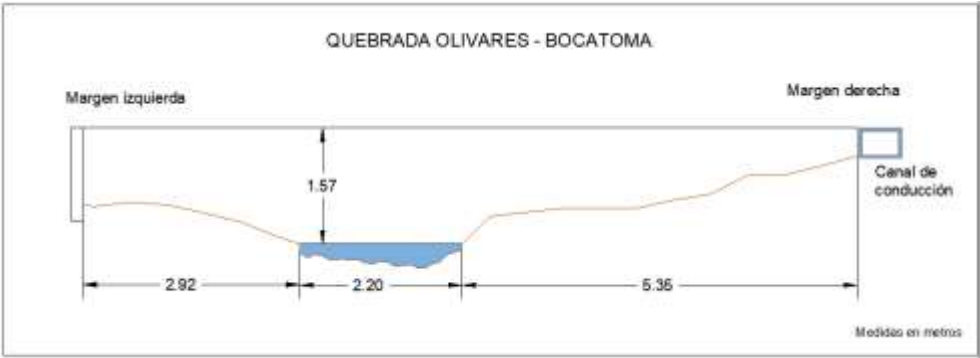
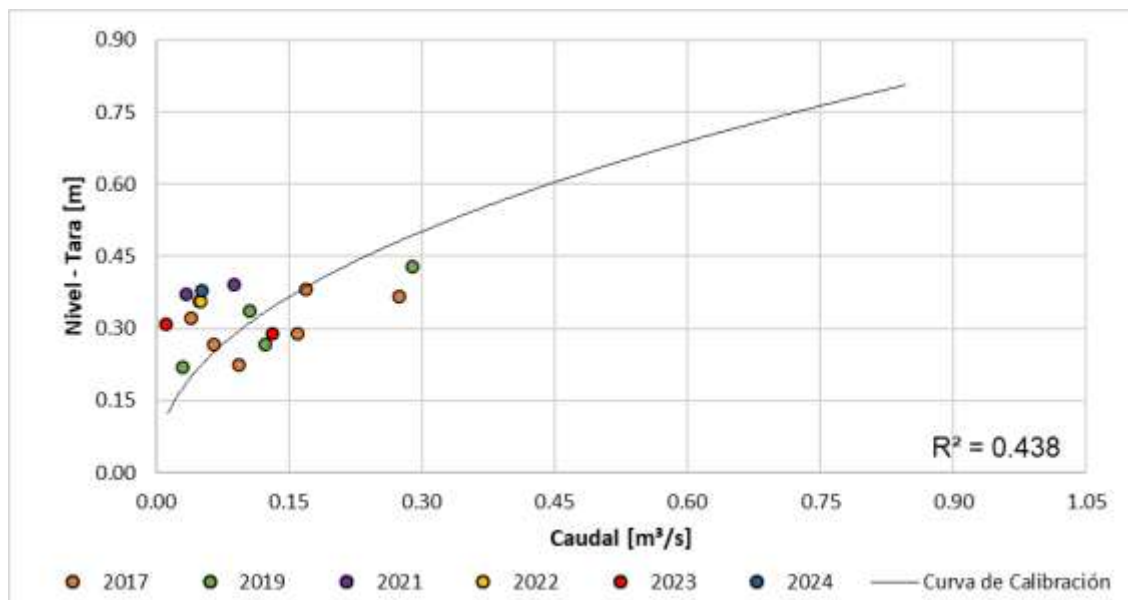


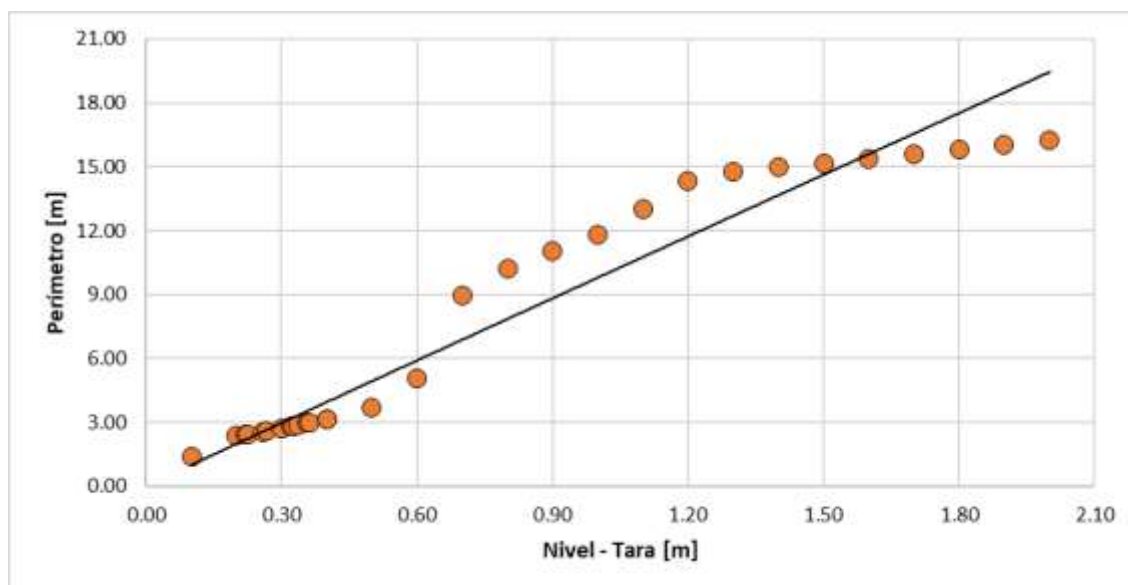
Figura 59. Sección transversal típica, quebrada Olivares - Bocatoma, medidas correspondientes a uno de los aforos

Tabla 11. Resumen de resultados quebrada Olivares - Bocatoma

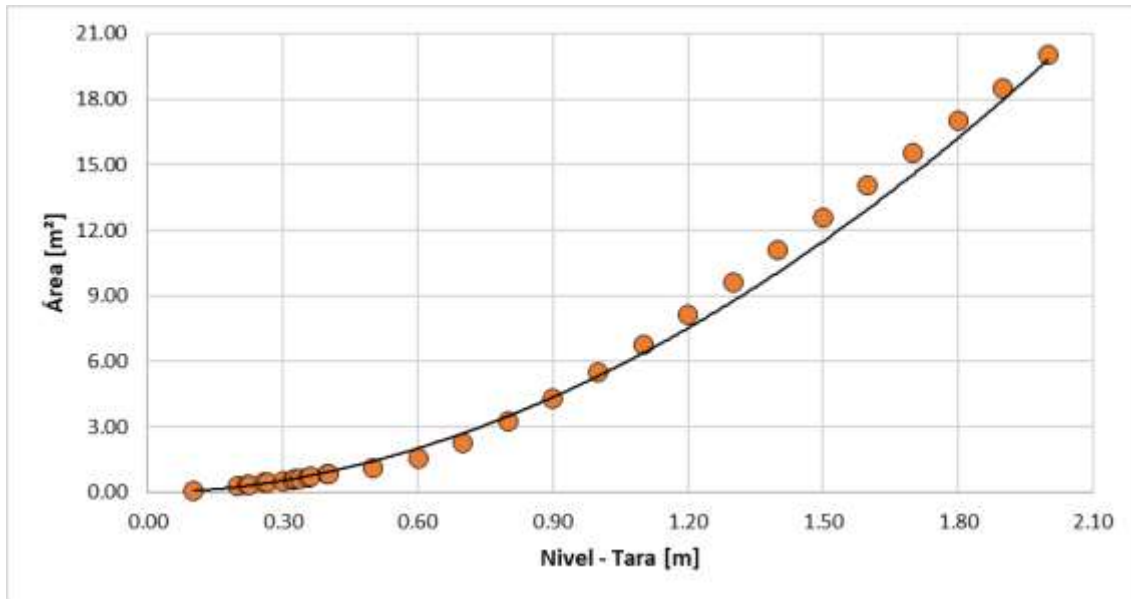
ESTACIÓN					QUEBRADA OLIVARES - BOCATOMA					
LATITUD	N 5° 4' 6"		LONGITUD		W 75° 27' 0.36"		ELEVACIÓN (msnm)		2242	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
5/05/2017	0.260	2.250	0.300	2.410	4.020	2.289	0.394	0.407	0.160	0.060
19/05/2017	0.317	2.430	0.200	2.600	3.960	2.365	0.504	0.544	0.274	0.085
16/06/2017	0.272	2.240	0.200	2.430	4.040	2.225	0.208	0.448	0.093	0.043
8/07/2017	0.259	2.220	0.200	2.390	4.090	2.267	0.177	0.368	0.065	0.015
31/07/2017	0.254	2.220	0.200	2.420	4.120	2.356	0.142	0.349	0.050	0.127
11/08/2017	0.252	2.200	0.200	2.410	4.170	2.322	0.105	0.372	0.039	0.095
28/11/2017	0.315	2.330	0.200	2.550	4.000	2.382	0.406	0.417	0.170	0.044
1/05/2019	0.320	2.440	0.220	2.890	3.860	2.429	0.484	0.597	0.289	0.005
19/06/2019	0.280	2.270	0.230	2.655	3.995	2.337	0.233	0.465	0.106	0.045
7/08/2019	0.260	2.280	0.220	2.510	3.940	2.267	0.349	0.352	0.123	0.043
13/09/2019	0.130	2.230	0.220	2.470	4.112	2.220	0.127	0.237	0.030	0.017
21/04/2021	0.295	2.070	0.200	2.390	4.020	2.372	0.091	0.376	0.034	0.164
5/10/2021	0.340	2.100	0.200	2.590	3.950	2.392	0.194	0.459	0.089	0.141
18/07/2022	0.157	2.900	0.290	2.938	4.100	2.355	0.195	0.262	0.051	0.124
6/02/2023	0.140	3.800	0.380	3.965	4.050	2.289	0.331	0.400	0.132	0.032
4/09/2023	0.052	2.800	0.280	2.807	4.350	2.309	0.120	0.097	0.012	0.108
23/05/2024	0.150	3.250	0.325	3.300	4.500	2.380	0.210	0.249	0.052	0.159



**Figura 60. Curva de calibración quebrada Olivares – Bocatoma**

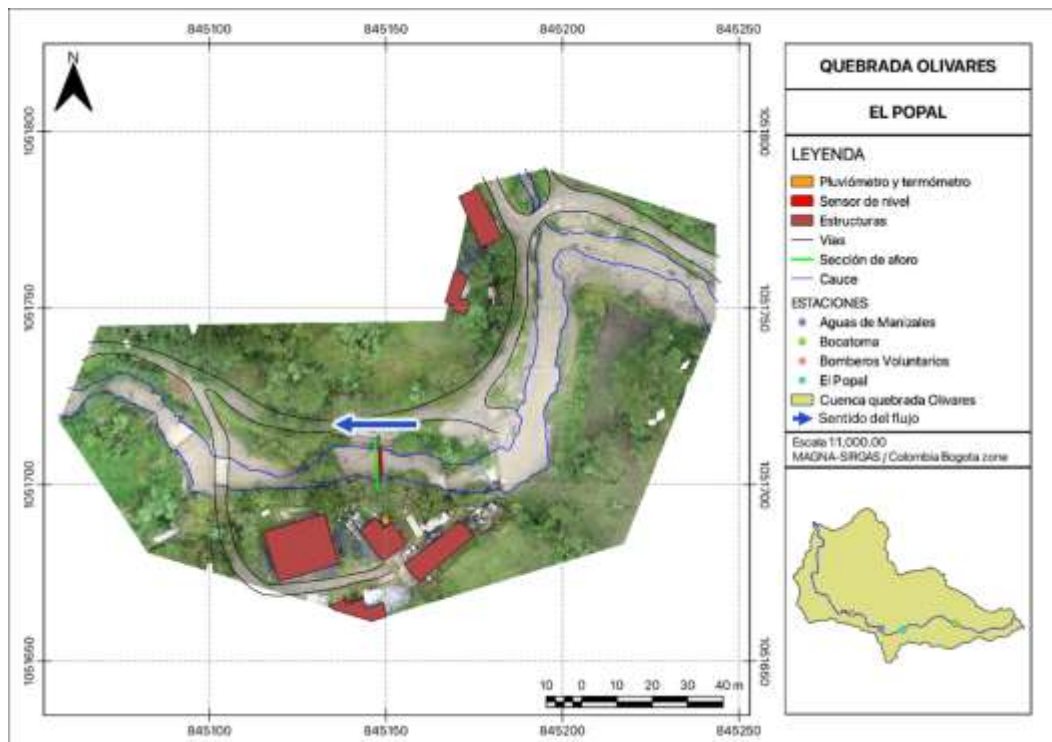


**Figura 61. Relación nivel - Perímetro, quebrada Olivares – Bocatoma (nivel para una sección típica del cauce)**



**Figura 62. Relación nivel - área, quebrada Olivares – Bocatoma (nivel para una sección típica del cauce)**

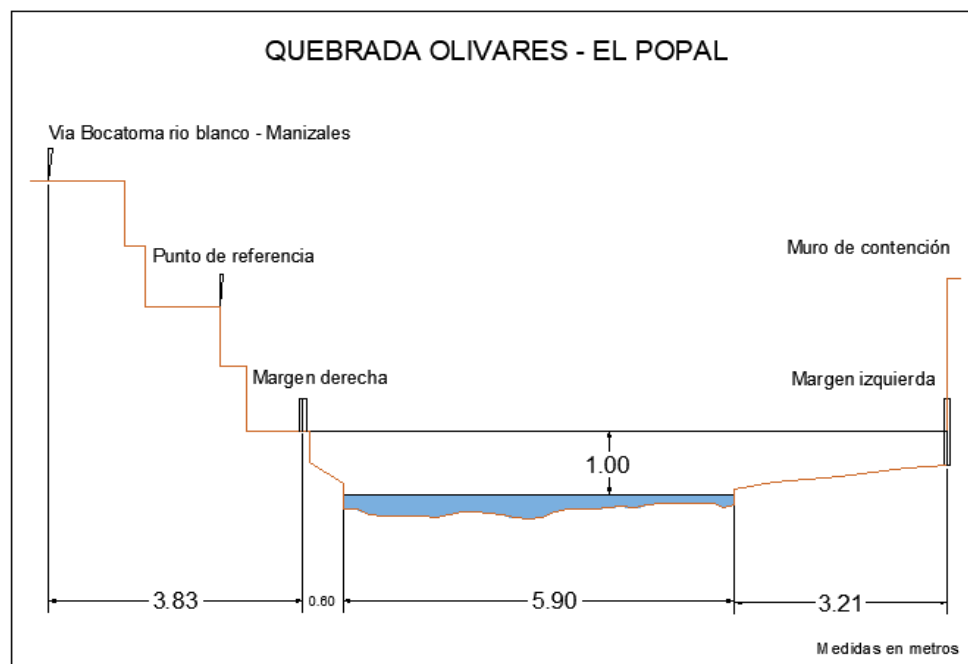
## 5.11 Quebrada Olivares – El Popal



**Figura 63. Vista en planta quebrada Olivares - El Popal**



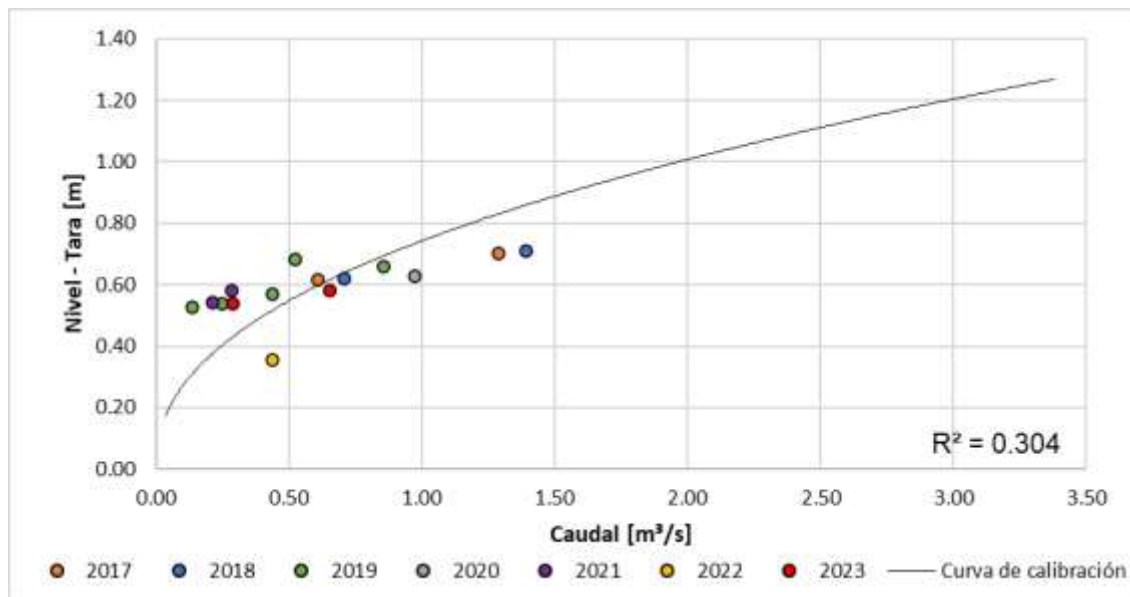
# INFORME DE AFOROS 2025



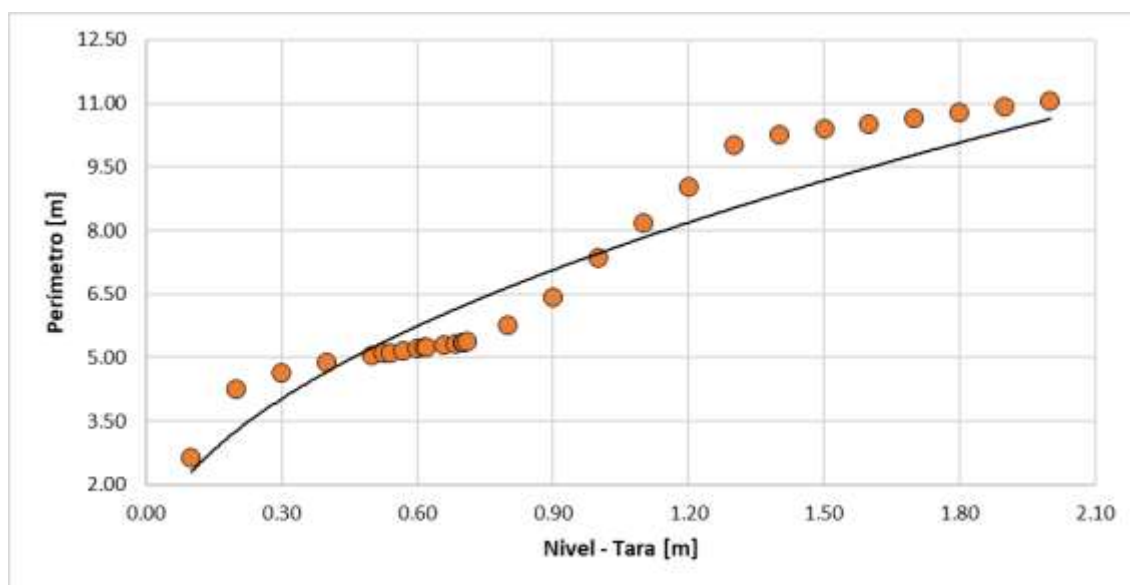
**Figura 64. Sección transversal típica, quebrada Olivares - El Popal, medidas correspondientes a uno de los aforos**

**Tabla 12. Resumen de resultados quebrada Olivares - El Popal**

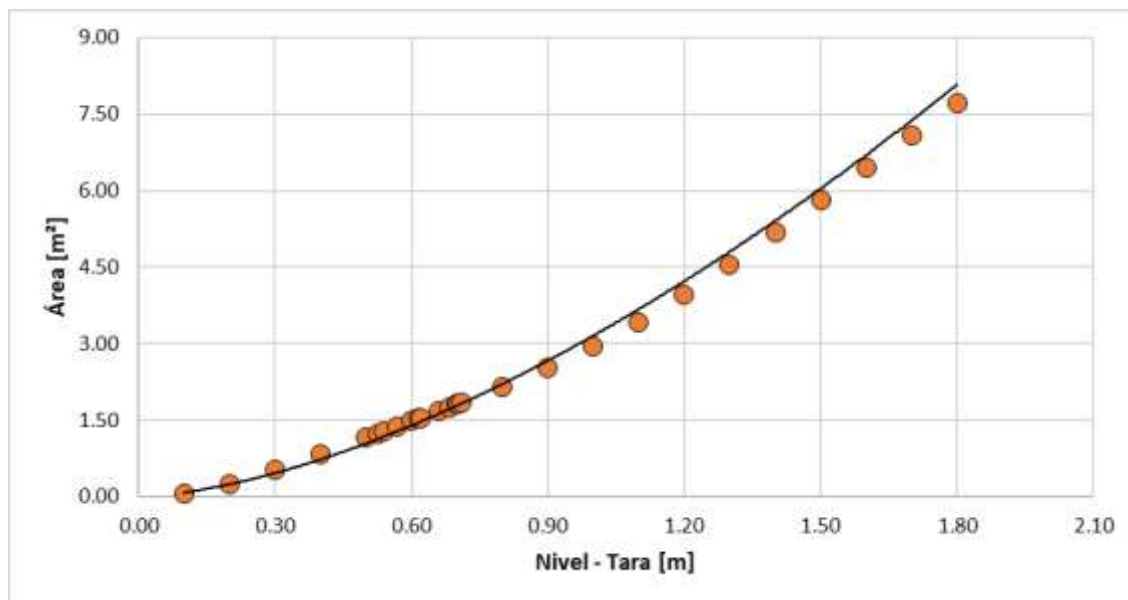
ESTACIÓN		QUEBRADA OLIVARES - EL POPAL								
LATITUD	N 5° 3' 53.8"	LONGITUD			W 75° 28' 38"		ELEVACIÓN (msnm)		2091	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
31/10/2017	0.665	5.400	0.400	6.156	3.090	2.616	0.238	2.554	0.609	0.005
22/11/2017	0.471	5.000	0.500	5.437	2.900	2.703	0.707	1.822	1.288	0.467
3/01/2018	0.538	6.000	0.500	6.637	2.800	2.710	0.620	2.248	1.393	0.552
27/02/2018	0.359	5.900	0.400	6.367	3.150	2.620	0.490	1.445	0.708	0.095
1/05/2019	0.419	6.870	0.500	7.380	2.890	2.660	0.442	1.941	0.858	0.149
19/06/2019	0.350	6.900	0.700	7.190	2.950	2.684	0.332	1.580	0.525	0.245
30/06/2019	0.334	6.830	0.500	7.220	2.940	2.568	0.251	1.743	0.437	0.062
27/07/2019	0.318	6.810	0.500	7.090	2.990	2.540	0.189	1.331	0.252	0.191
13/09/2019	0.270	6.900	0.600	7.120	3.020	2.525	0.092	1.466	0.136	0.280
13/03/2020	0.545	7.000	0.500	7.990	2.967	2.628	0.396	2.462	0.976	0.345
21/04/2021	0.493	6.900	0.600	7.520	2.950	2.544	0.114	1.888	0.215	0.237
5/10/2021	0.533	6.900	0.600	7.560	3.006	2.580	0.144	1.985	0.286	0.237
18/07/2022	0.435	7.000	0.700	7.238	2.900	2.354	0.230	1.913	0.440	0.274
6/02/2023	0.320	6.300	0.630	6.677	2.650	2.581	0.397	1.645	0.653	0.126



**Figura 65. Curva de calibración quebrada Olivares – El Popal**

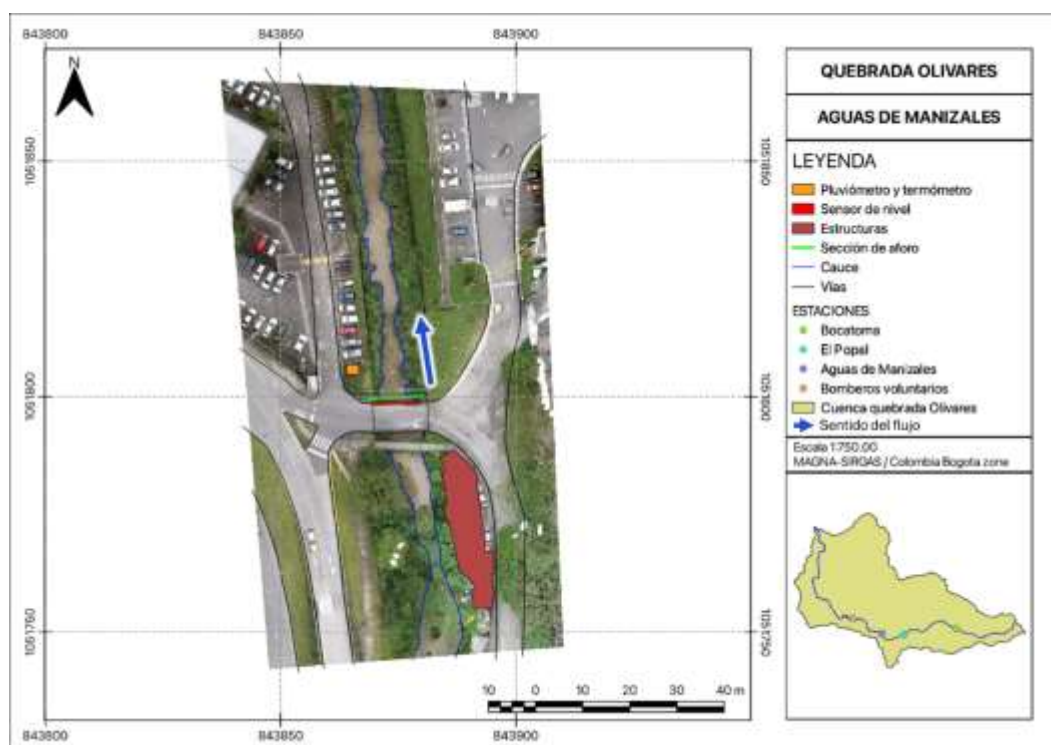


**Figura 66. Relación nivel - Perímetro quebrada Olivares - El Popal (nivel para una sección típica del cauce)**



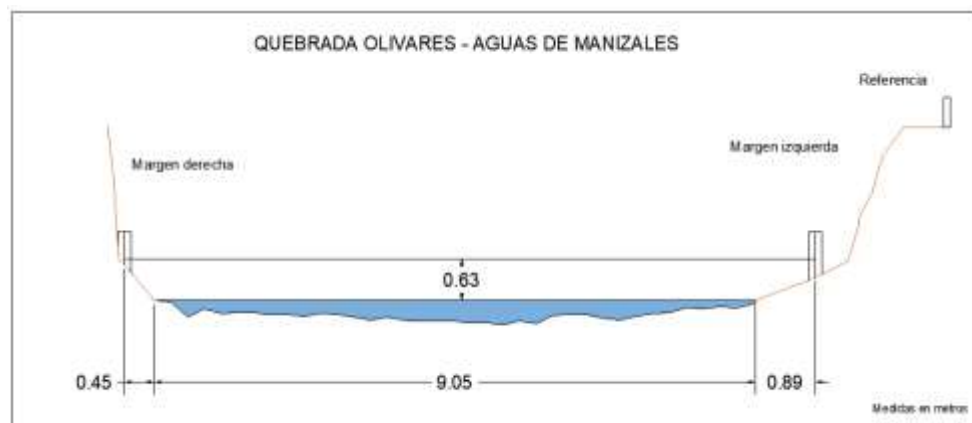
**Figura 67. Relación nivel - área, quebrada Olivares - El Popal (nivel para una sección típica del cauce)**

## 5.12 Quebrada Olivares – Aguas de Manizales



**Figura 68. Vista en planta quebrada Olivares - Aguas de Manizales**

# INFORME DE AFOROS 2025

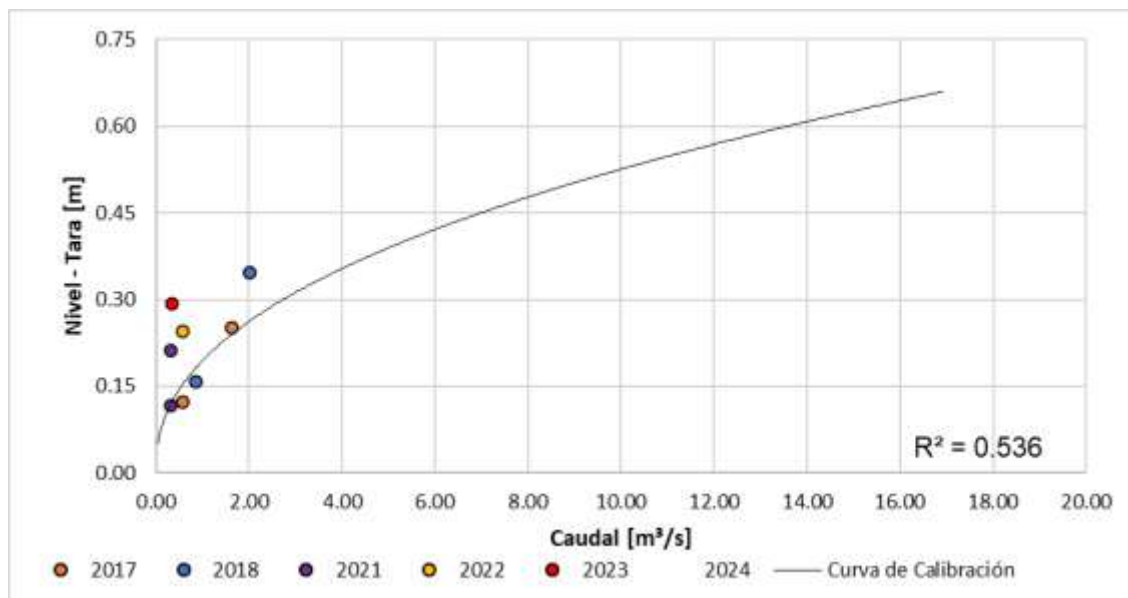


**Figura 69. Sección transversal típica quebrada Olivares - Aguas de Manizales, medidas correspondientes a uno de los aforos**

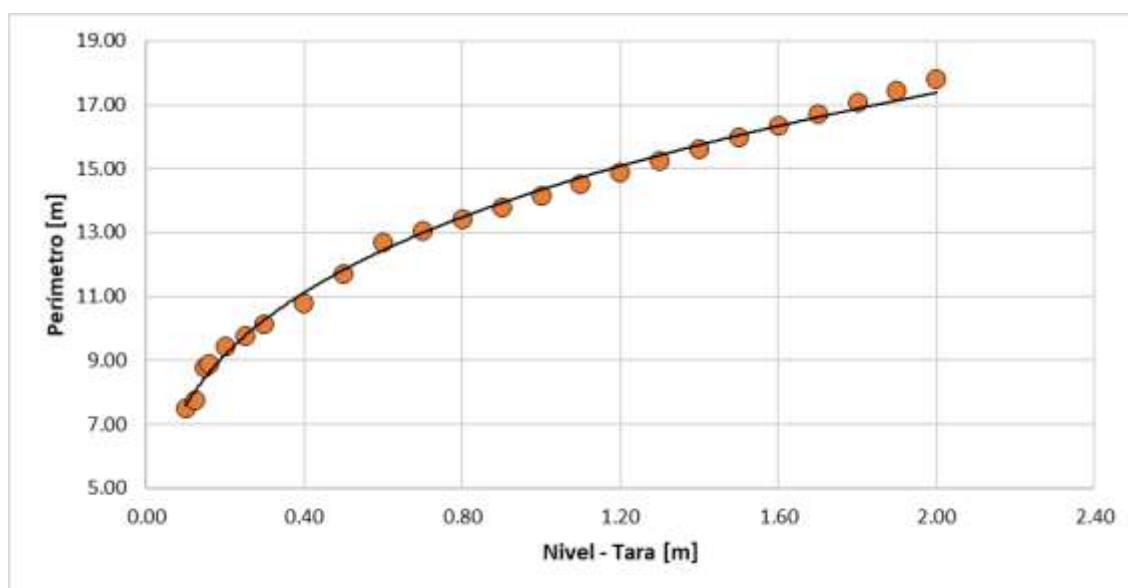
**Tabla 13. Resumen de resultados quebrada Olivares - Aguas de Manizales**

ESTACIÓN		QUEBRADA OLIVARES - AGUAS DE MANIZALES								
LATITUD	N 5° 4' 22.5"		LONGITUD		W 75° 30' 3.06"		ELEVACIÓN (msnm)		1923	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
2/11/2017	0.320	9.000	0.600	9.141	3.650	2.123	0.320	1.805	0.578	0.284
22/11/2017	0.391	8.700	0.500	8.848	3.350	2.250	0.822	1.997	1.642	1.591
1/10/2018	0.320	9.090	0.500	9.274	3.450	2.346	0.976	2.056	2.006	3.896
27/02/2018	0.354	9.050	0.500	9.307	3.500	2.159	0.446	1.949	0.870	0.520
21/04/2021	0.170	7.400	0.700	7.700	3.630	2.117	0.159	2.066	0.328	0.459
5/10/2021	0.440	7.150	0.700	7.460	3.504	2.211	0.249	1.335	0.333	2.018
18/07/2022	0.285	6.200	0.620	6.245	3.260	2.246	0.512	1.136	0.582	2.537
6/02/2023	0.360	7.500	0.750	7.735	3.050	2.418	0.626	1.601	1.002	7.370
4/09/2023	0.290	3.800	0.380	3.994	3.300	2.292	0.541	0.638	0.345	3.970
23/05/2024	0.210	6.550	0.655	6.587	3.250	2.447*	0.736	0.850	0.626	8.869

\*Nivel del sensor inconsistente respecto al caudal medido en campo



**Figura 70. Curva de calibración quebrada Olivares - Aguas de Manizales**



**Figura 71. Relación nivel - Perímetro quebrada Olivares - Aguas de Manizales (nivel para una sección típica del cauce)**

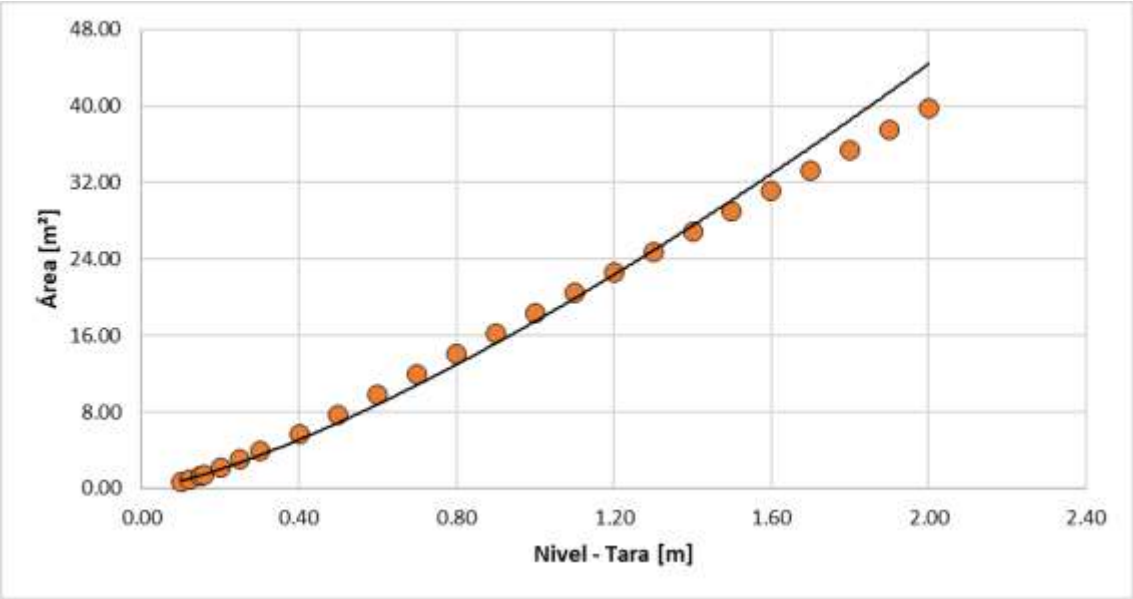


Figura 72. Relación nivel - área quebrada Olivares - Aguas de Manizales (nivel para una sección típica del cauce)

5.13Quebrada Olivares – Bomberos voluntarios

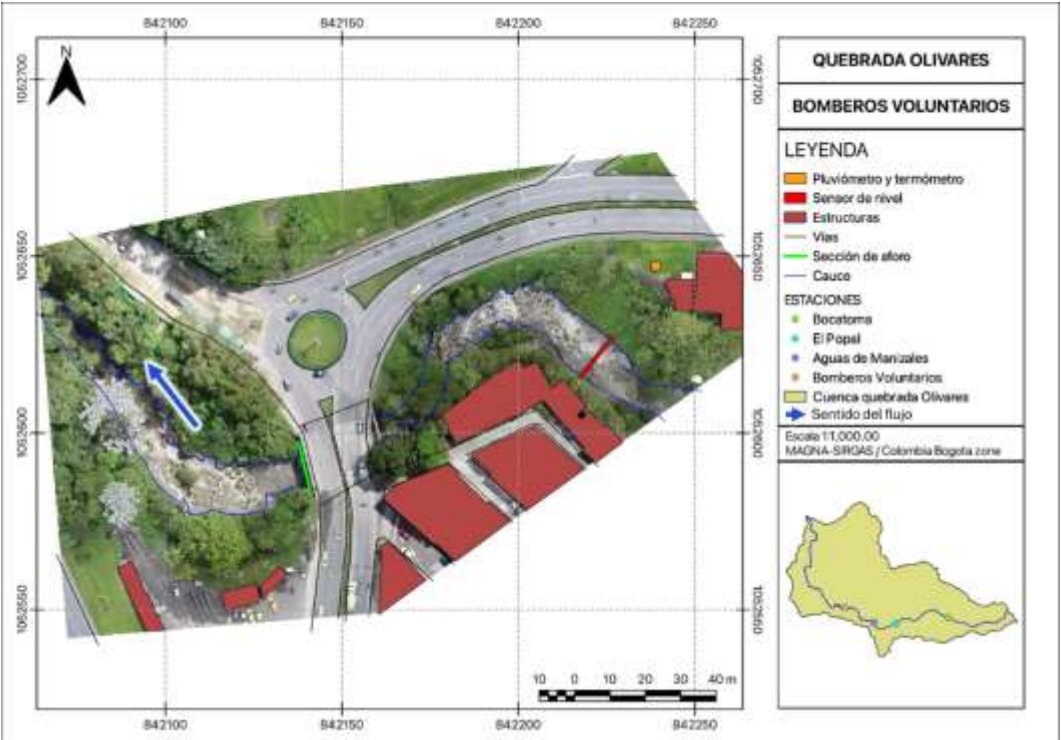


Figura 73. Vista en planta quebrada Olivares - Bomberos voluntarios



INFORME DE AFOROS 2025

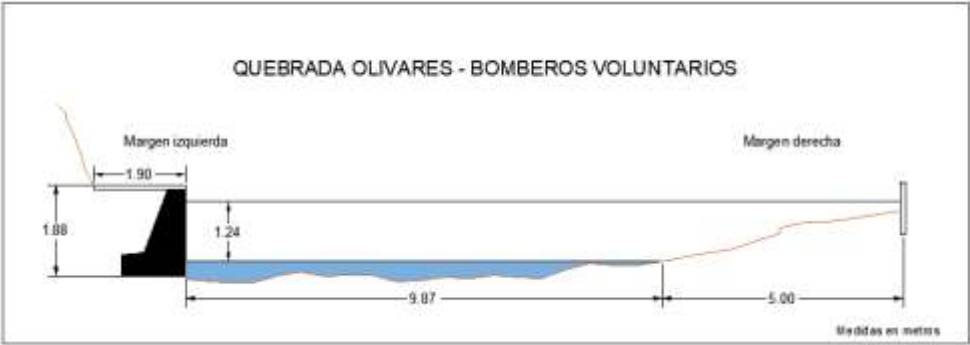
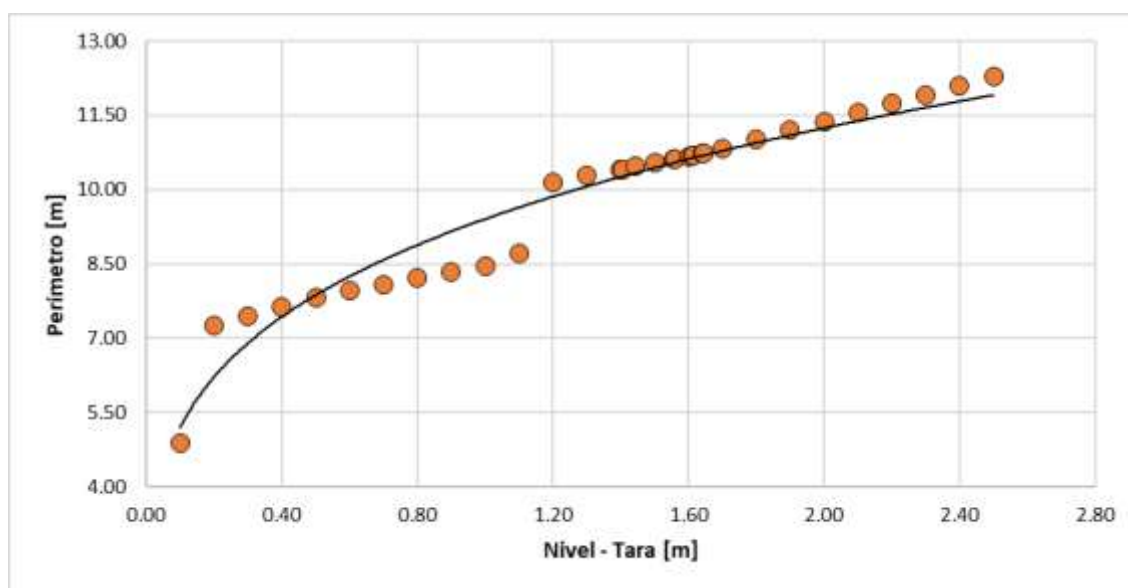
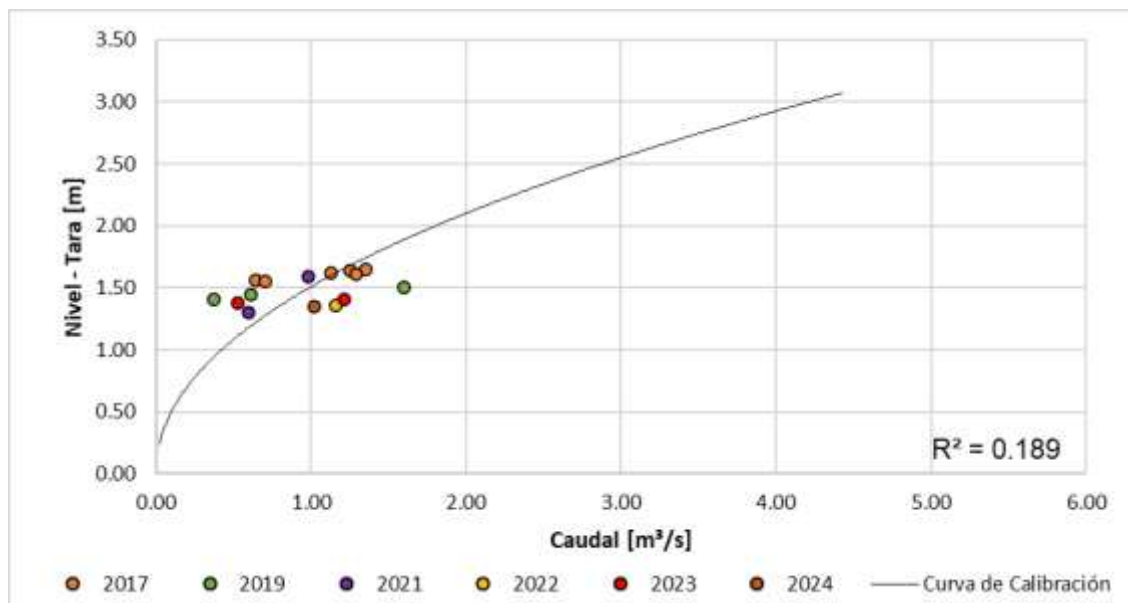


Figura 74. Sección transversal típica quebrada Olivares - Bomberos voluntarios, medidas correspondientes a uno de los aforos

Tabla 14. Resumen de resultados quebrada Olivares - Bomberos voluntarios

ESTACIÓN		QUEBRADA OLIVARES - BOMBEROS VOLUNTARIOS								
LATITUD	N 5° 4' 22.5"		LONGITUD		W 75° 30' 3.06"		ELEVACIÓN (msnm)		1923	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
25/05/2017	0.453	10.300	0.500	10.580	6.120	3.648	0.478	2.839	1.357	0.161
30/05/2017	0.432	10.240	0.500	10.750	6.210	3.641	0.487	2.568	1.253	0.067
20/06/2017	0.465	10.200	0.500	10.710	6.150	3.611	0.430	2.986	1.295	0.153
4/07/2017	0.515	10.450	0.500	11.190	6.250	3.616	0.371	3.050	1.132	0.018
27/07/2017	0.411	10.000	0.500	10.460	6.390	3.560	0.257	2.493	0.641	0.428
10/08/2017	0.427	9.870	0.500	10.370	7.180	3.555	0.246	2.883	0.708	0.353
28/04/2019	0.480	9.880	0.600	10.440	6.340	3.500	0.581	2.748	1.597	0.612
30/06/2019	0.380	9.000	0.600	9.300	6.590	3.444	0.301	2.034	0.612	0.298
30/07/2019	0.319	8.800	0.600	9.080	6.650	3.405	0.293	1.264	0.370	0.490
21/04/2021	0.645	9.750	0.900	10.240	6.400	3.590	0.282	3.500	0.987	0.124
7/10/2021	0.600	8.000	0.800	8.810	6.685	3.300	0.203	2.938	0.595	0.137
18/07/2022	0.728	7.480	0.748	8.010	6.340	3.356	0.292	3.982	1.164	0.365
6/02/2023	0.900	4.500	0.450	5.829	6.450	3.409	0.420	2.904	1.218	0.353
4/09/2023	0.330	9.500	0.950	9.611	8.500	3.379	0.345	1.525	0.526	0.302
23/05/2024	0.710	6.450	0.645	7.083	6.360	3.350	0.294	3.462	1.018	0.226



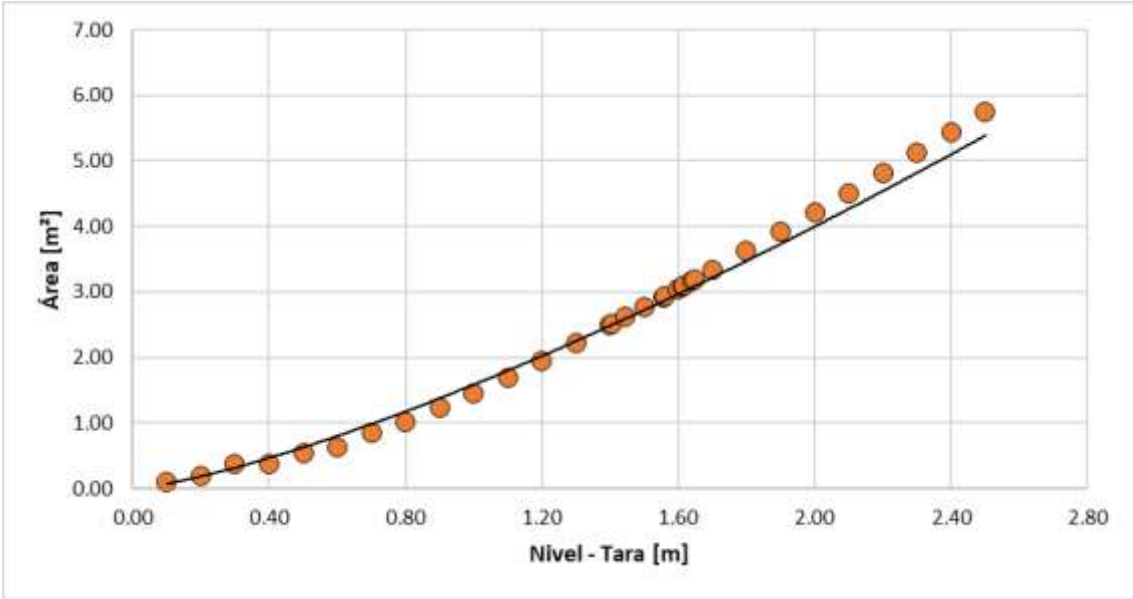


Figura 77. Relación nivel - área, quebrada Olivares - Bomberos voluntarios (nivel para una sección típica del cauce)

5.14Quebrada El Perro – Expoferias

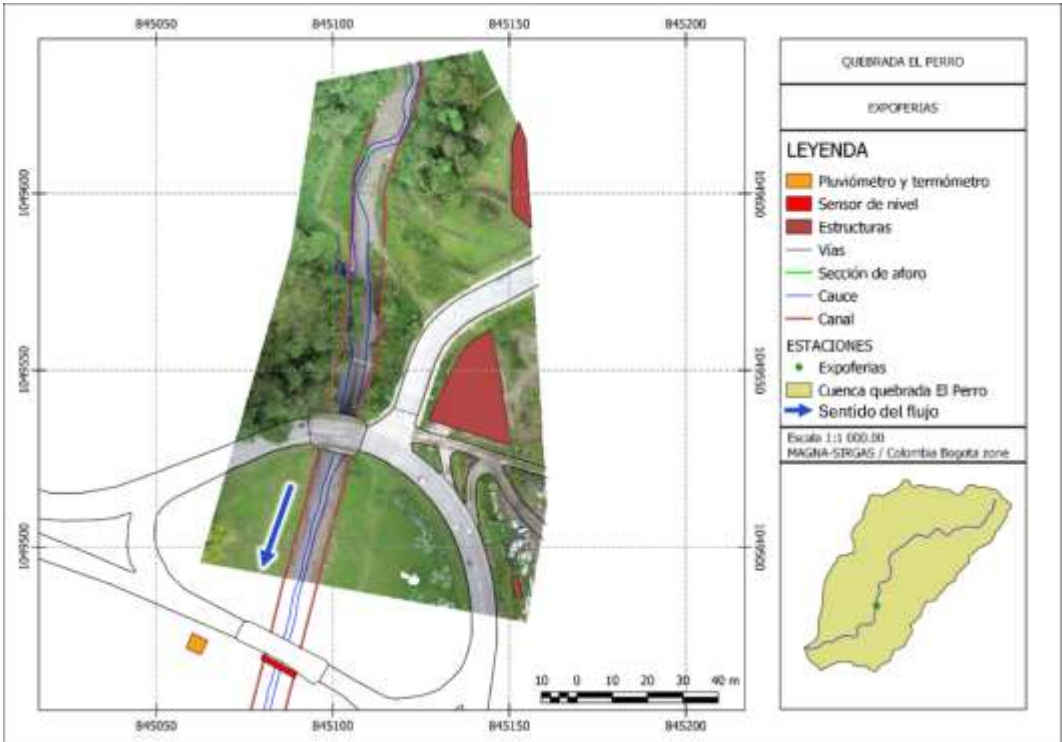
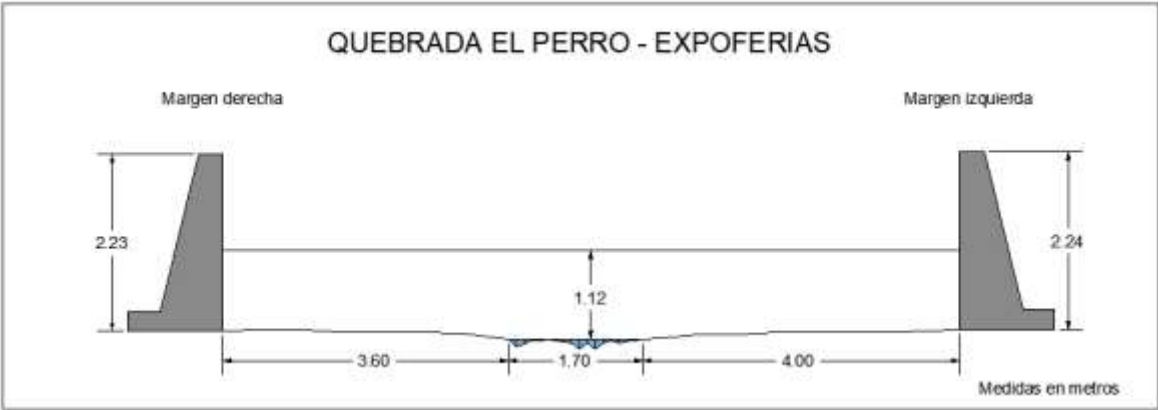


Figura 78. Vista en planta quebrada El Perro – Expoferias

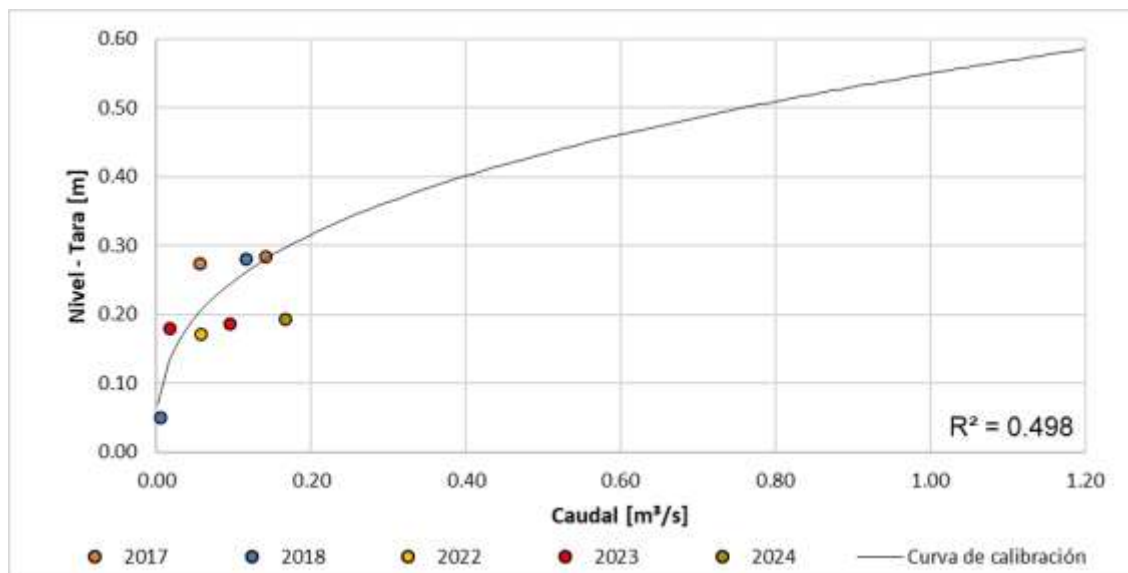
# INFORME DE AFOROS 2025



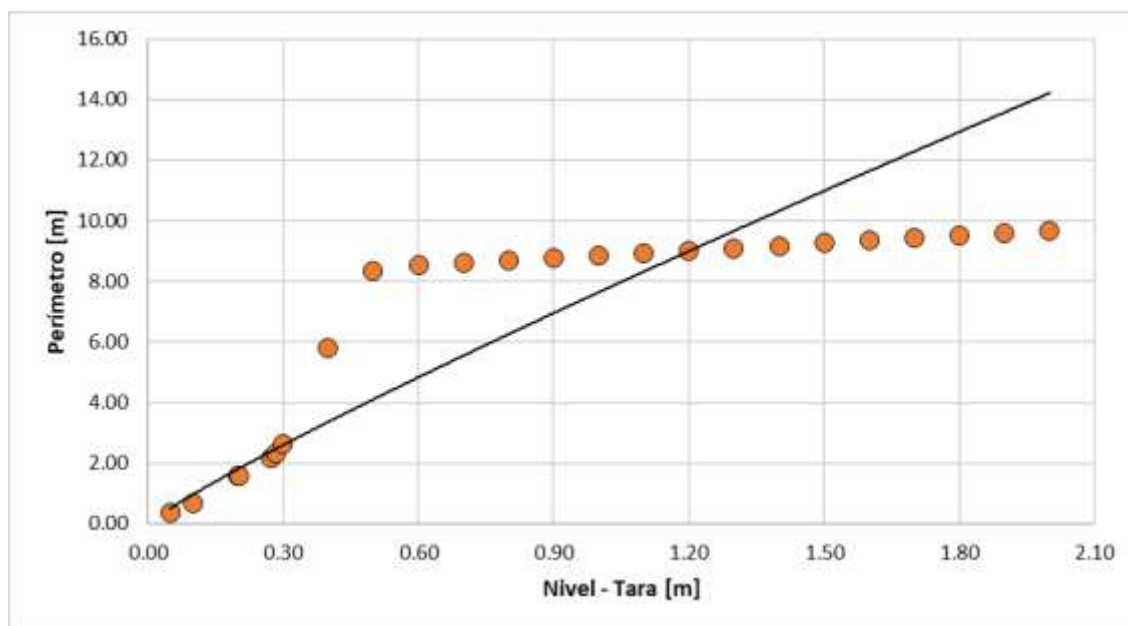
**Figura 79. Sección transversal típica quebrada El Perro - Expoferias, medidas pertenecientes a uno de los aforos**

**Tabla 15. Resumen de resultados quebrada El Perro - Expoferias**

ESTACIÓN					QUEBRADA EL PERRO - EXPOFERIAS						
LATITUD	N 5° 2'31.66"		LONGITUD		W 75° 28' 27.74"		ELEVACIÓN (msnm)		2036		
Fecha aforo (dd-mm-aa)	SECCIÓN DE AFORO				SENSOR		RESULTADOS				
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m2)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal	
	31/10/2017	0.085	1.400	0.100	1.405	8.270	2.273	0.895	0.063	0.056	0.077
	22/11/2017	0.105	2.000	0.100	2.040	8.080	2.283	1.316	0.107	0.141	0.007
	3/1/2018	0.098	1.500	0.100	1.540	8.220	2.281	1.297	0.090	0.117	0.028
	27/2/2018	0.120	1.700	0.200	1.860	9.500	2.050	0.097	0.063	0.006	0.005
	12/7/2022	0.110	1.200	0.120	1.280	8.000	2.172	0.557	0.103	0.057	0.021
	30/1/2023	0.080	1.800	0.180	1.822	8.020	2.186	0.966	0.099	0.096	0.051
	7/9/2023	0.090	0.850	0.085	0.899	8.300	2.180	0.478	0.037	0.018	0.023
9/5/2024	0.110	1.800	0.180	1.824	8.030	2.194	1.475	0.113	0.167	0.116	



**Figura 80. Curva de calibración quebrada El Perro – Expoferias**



**Figura 81. Relación nivel - Perímetro quebrada El Perro – Expoferias (nivel para una sección típica del cauce)**

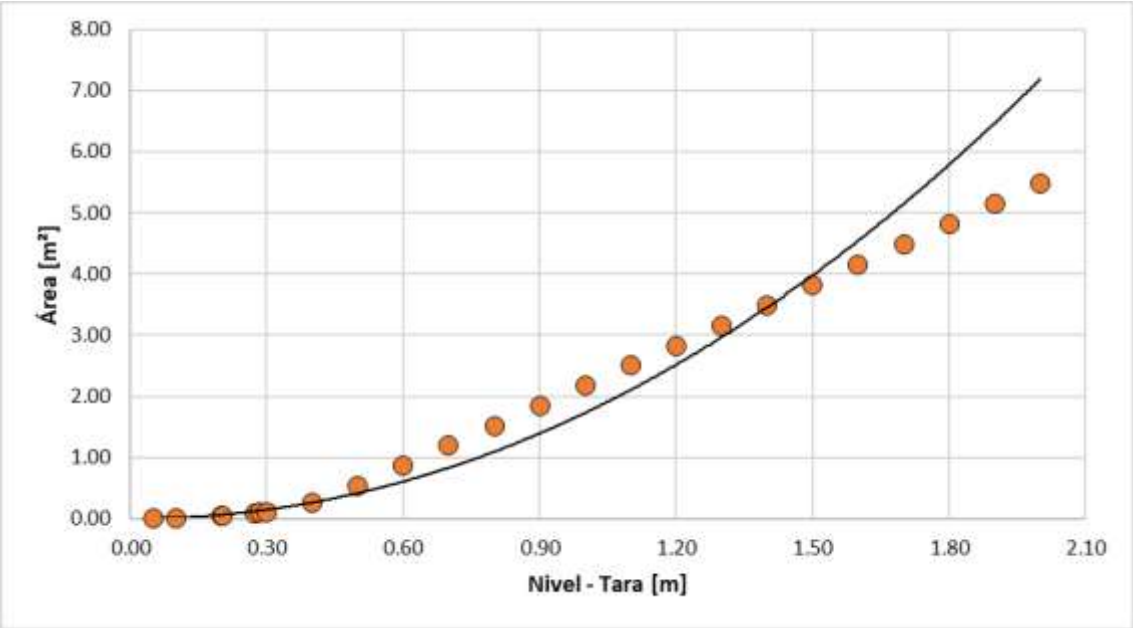


Figura 82. Relación nivel - área quebrada El Perro – Expoferias (nivel para una sección típica del cauce)

5.15 Quebrada Palogrande – Ruta 30

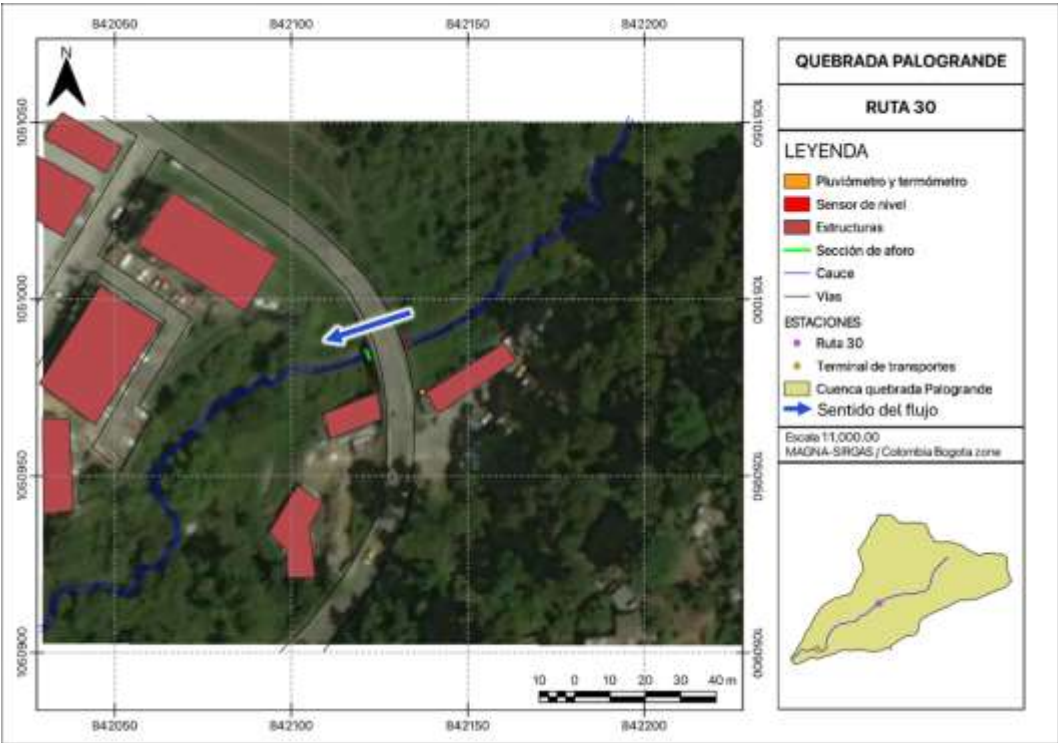
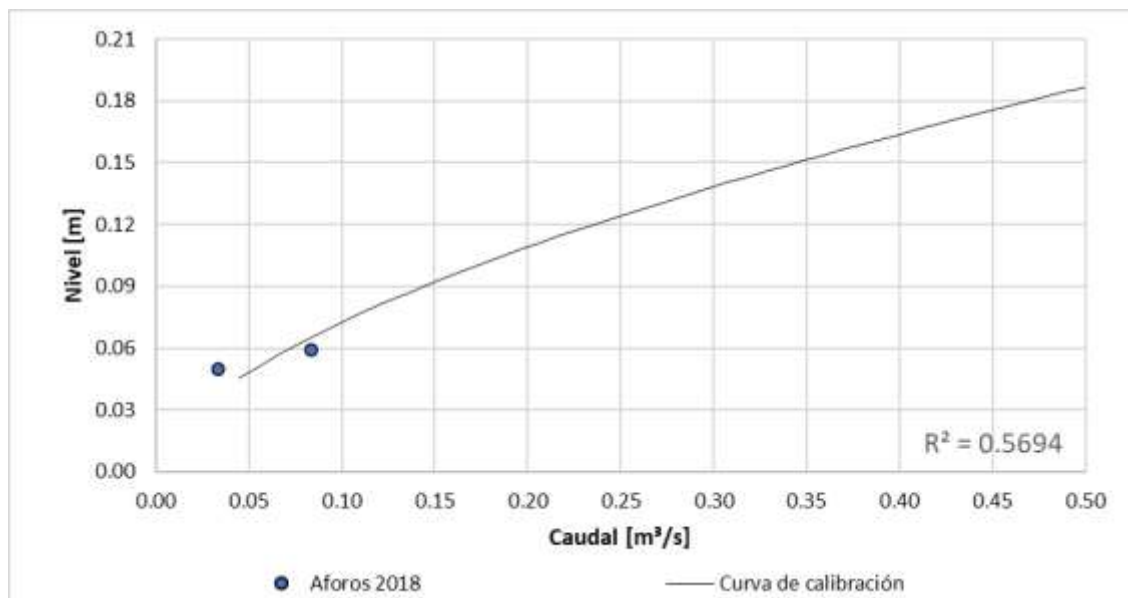


Figura 83. Vista en planta quebrada Palogrande - Ruta 30

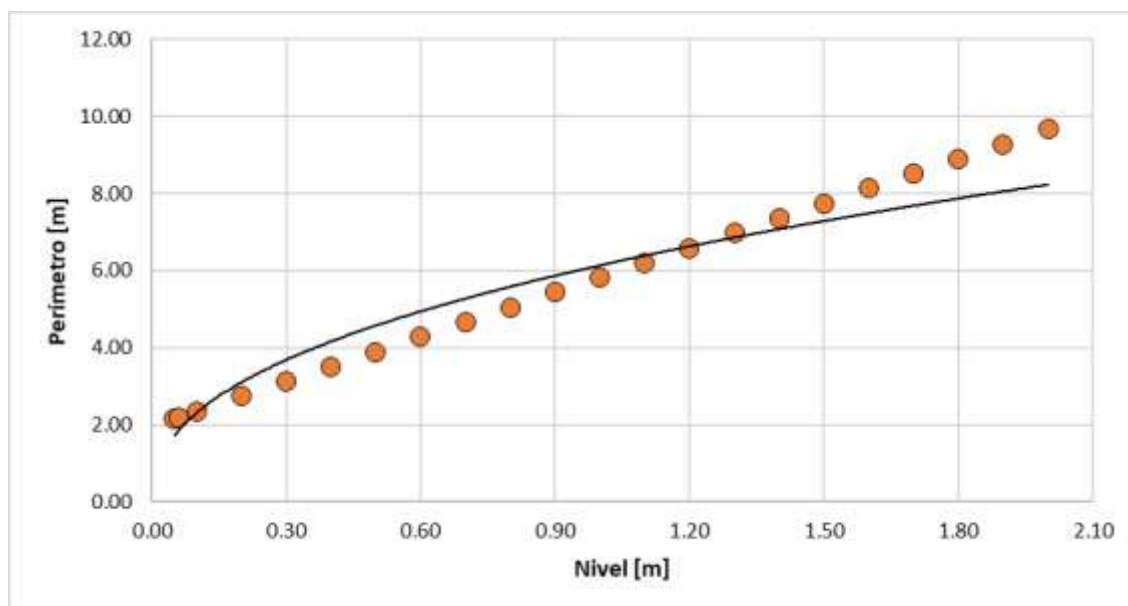




ESTACIÓN		QUEBRADA PALOGRANDE - RUTA 30									
LATITUD	N 5° 3' 20.42"		LONGITUD		W 75° 30' 3.31"		ELEVACIÓN (msnm)		1986		
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS				
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal	
	8/09/2018	0.090	1.970	0.200	2.060	6.800	0.050	0.306	0.109	0.033	0.019
	2/11/2018	0.121	1.970	0.200	2.120	6.730	0.059	0.516	0.162	0.084	0.013



**Figura 85. Curva de calibración quebrada Palogrande - Ruta 30**



**Figura 86. Relación nivel - perímetro quebrada Palogrande - Ruta 30 (nivel para una sección típica del cauce)**

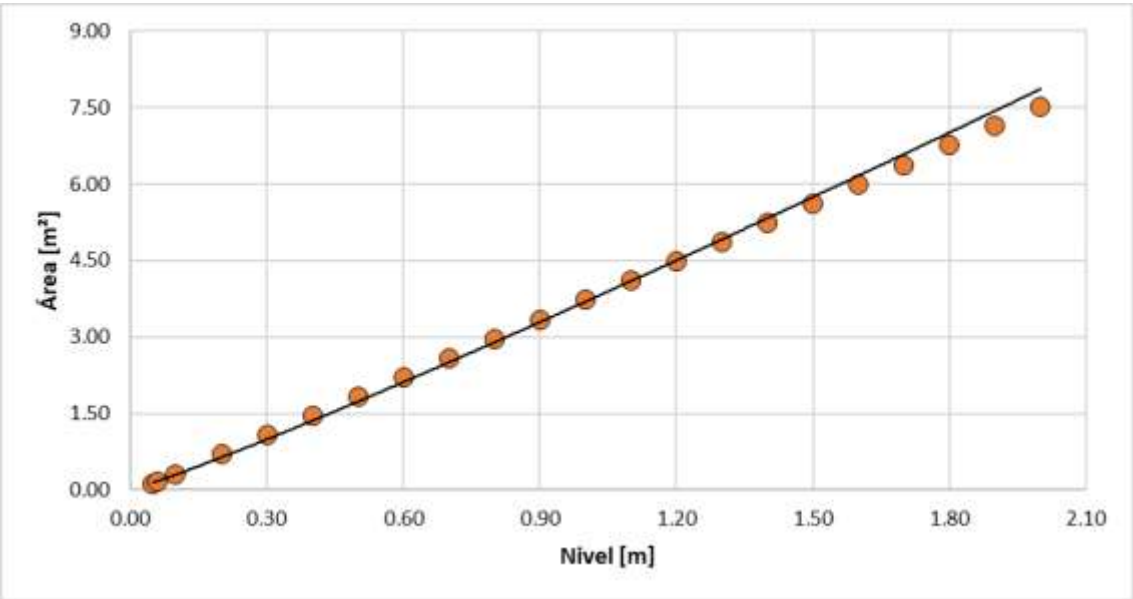


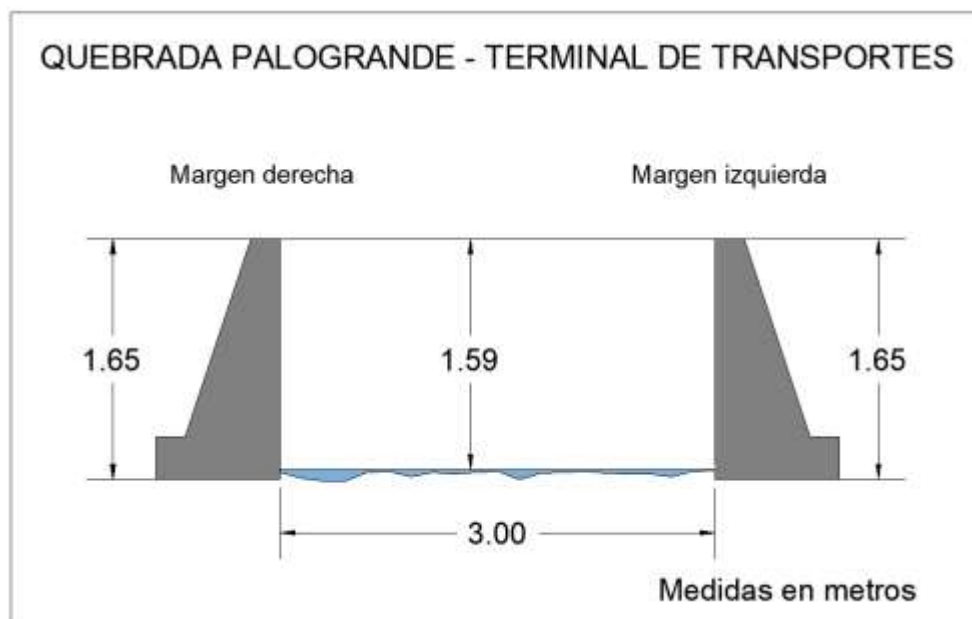
Figura 87. Relación nivel - área quebrada Palogrande - Ruta 30 (nivel para una sección típica del cauce)

5.16Quebrada Palogrande – Terminal de transportes



Figura 88. Vista en planta quebrada Palogrande - Terminal de Transportes

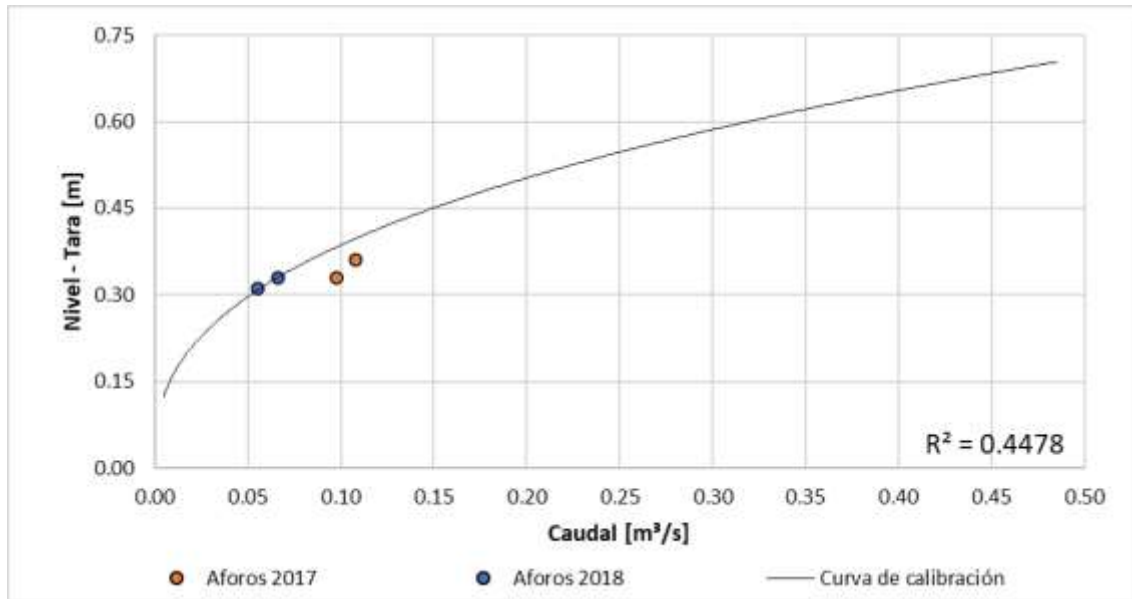
# INFORME DE AFOROS 2025



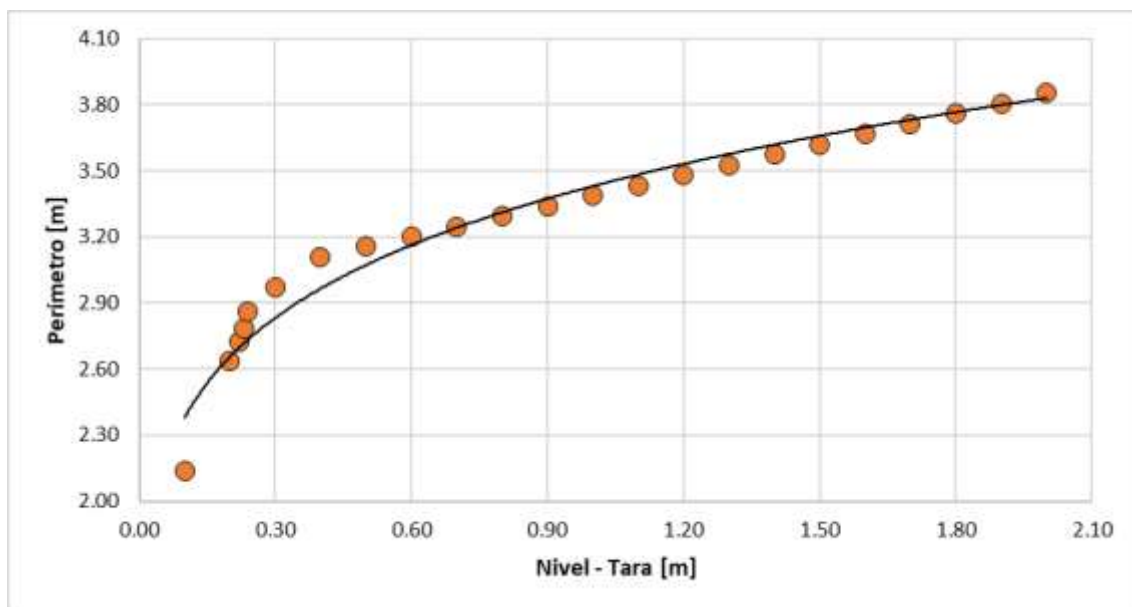
**Figura 89. Sección transversal típica quebrada Palogrande - Terminal de transportes**

**Tabla 17. Resumen de resultados quebrada Palogrande - Terminal de transportes**

ESTACIÓN		QUEBRADA PALOGRANDE - TERMINAL DE TRANSPORTES									
LATITUD	N 5° 3' 3.88"		LONGITUD		W 75° 30' 25.33"		ELEVACIÓN (msnm)		1881		
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR			RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal	
	2/11/2017	0.055	3.000	0.300	3.110	2.610	2.360	0.778	0.139	0.108	0.030
	23/11/2017	0.058	3.000	0.200	3.040	2.640	2.330	0.714	0.137	0.098	0.034
	5/01/2018	0.052	2.800	0.200	2.870	2.660	2.310	0.554	0.100	0.055	0.000
	27/02/2018	0.056	3.000	0.300	3.040	2.640	2.330	0.330	0.216	0.066	0.002



**Figura 90. Curva de calibración quebrada Palogrande - Terminal de transportes**



**Figura 91. Relación nivel - perímetro quebrada Palogrande - Terminal de transportes (nivel para una sección típica del cauce)**

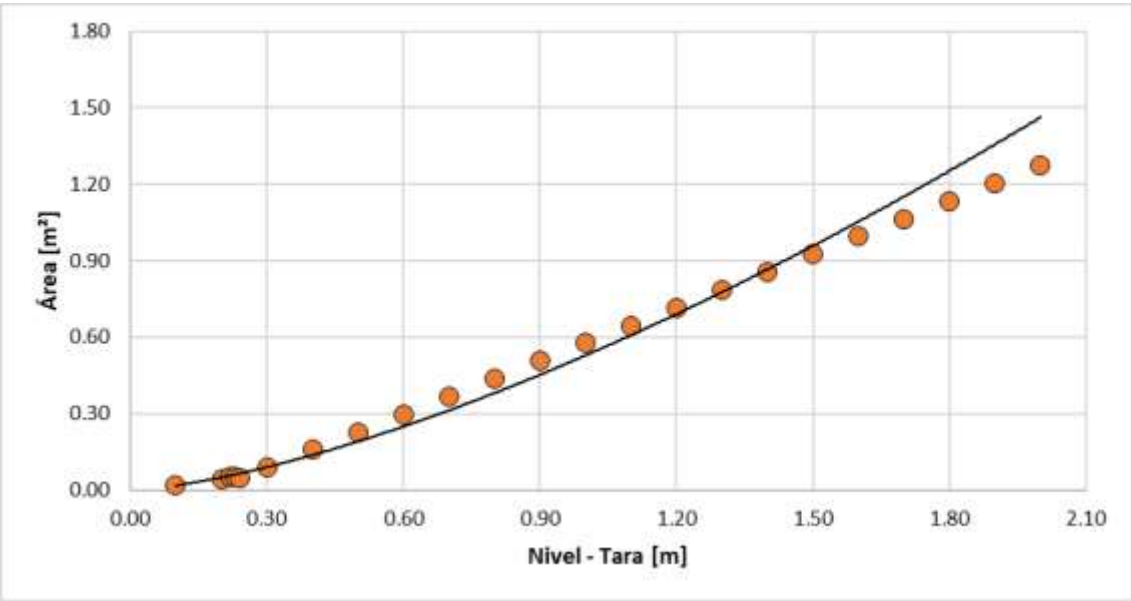


Figura 92. Relación nivel - área quebrada Palogrande - Terminal de transportes (nivel para una sección típica del cauce)

5.17 Quebrada Marmato – Planta CHEC

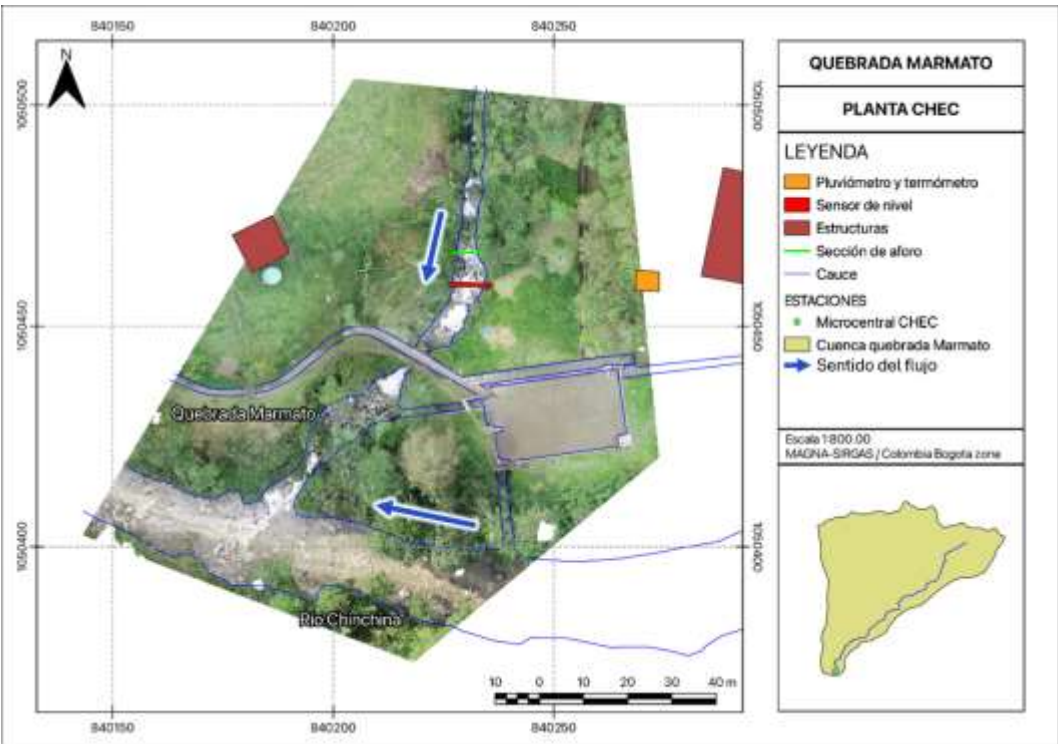


Figura 93. Vista en planta quebrada Marmato – CHEC



INFORME DE AFOROS 2025

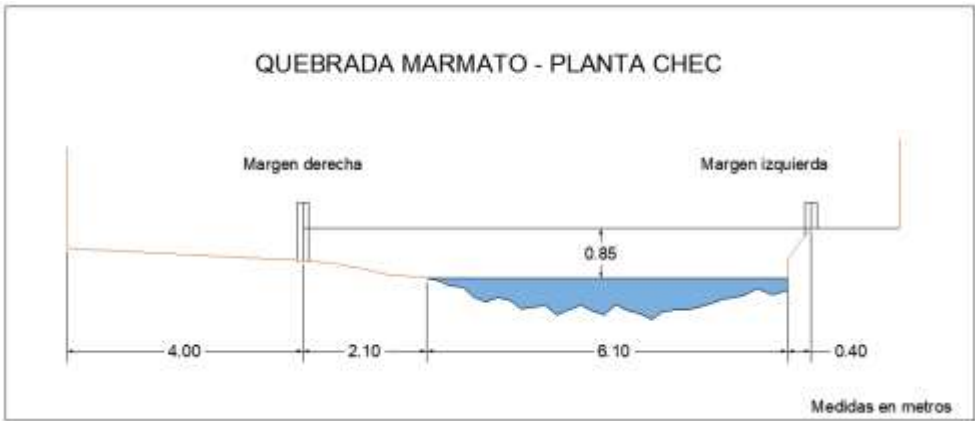
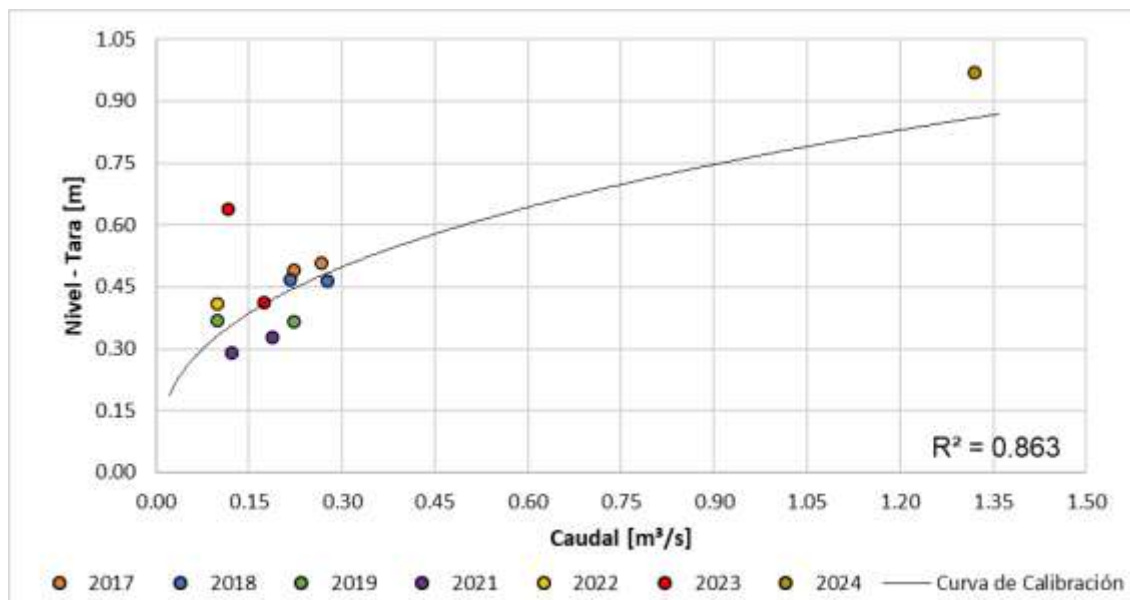


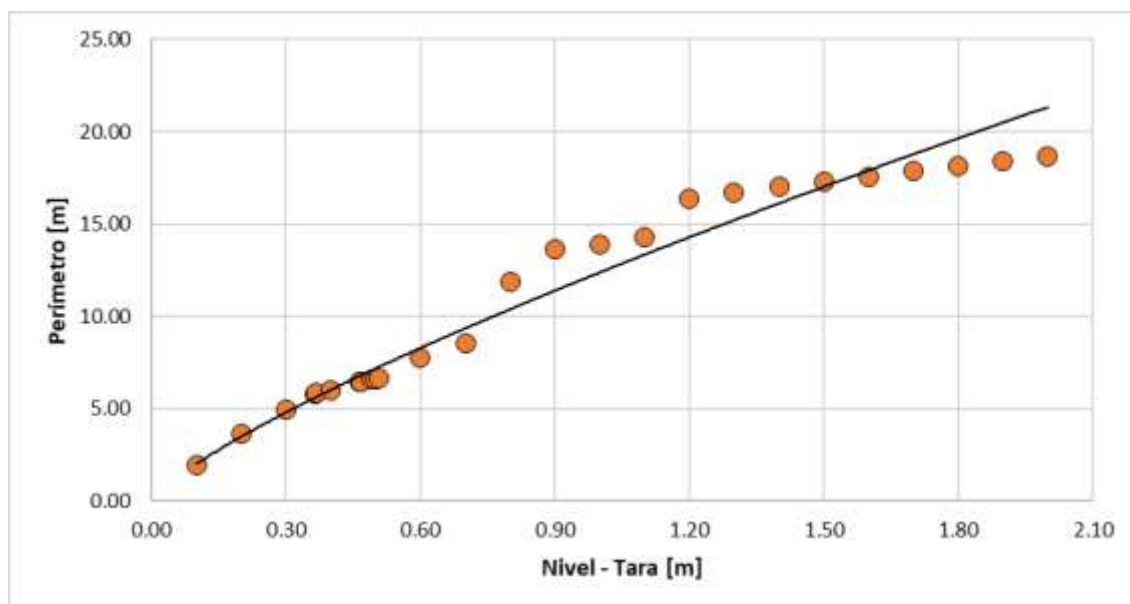
Figura 94. Sección transversal típica quebrada Marmato - CHEC, medidas correspondientes a uno de los aforos

Tabla 18. Resumen de resultados quebrada Marmato - Planta CHEC

ESTACIÓN		QUEBRADA MARMATO - PLANTA CHEC								
LATITUD	N 5° 3' 3.68"		LONGITUD		W 75° 31' 5.08"		ELEVACIÓN (msnm)		1788	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
21/11/2017	0.665	6.700	0.400	7.320	5.600	2.508	0.103	2.578	0.266	0.040
6/12/2017	0.497	6.000	0.500	6.540	5.560	2.491	0.117	1.910	0.223	0.058
5/01/2018	0.602	7.050	0.300	8.310	5.580	2.468	0.087	2.503	0.217	0.030
24/02/2018	0.685	6.100	0.400	6.850	5.490	2.464	0.115	2.400	0.277	0.034
3/07/2019	0.480	6.400	0.600	6.900	5.640	2.365	1.638	0.136	0.223	0.093
30/07/2019	0.496	5.500	0.460	6.160	5.760	2.368	0.770	0.129	0.100	0.033
12/04/2021	0.518	4.600	0.460	5.160	5.600	2.328	0.050	3.802	0.188	0.090
20/09/2021	0.578	3.950	0.300	4.910	5.930	2.290	0.126	0.972	0.122	0.051
13/07/2022	0.395	1.850	0.185	2.722	5.500	2.410	0.234	0.428	0.100	0.076
27/01/2023	0.340	3.400	0.340	3.897	4.800	2.411	0.332	0.524	0.174	0.003
6/09/2023	0.457	3.200	0.320	3.649	5.450	2.638	0.138	0.848	0.117	0.479
9/05/2024	0.750	4.700	0.470	5.660	5.000	2.968	0.811	1.627	1.320	0.228



**Figura 95. Curva de calibración quebrada Marmato - Planta CHEC**



**Figura 96. Relación nivel - perímetro quebrada Marmato - Planta CHEC (nivel para una sección típica del cauce)**

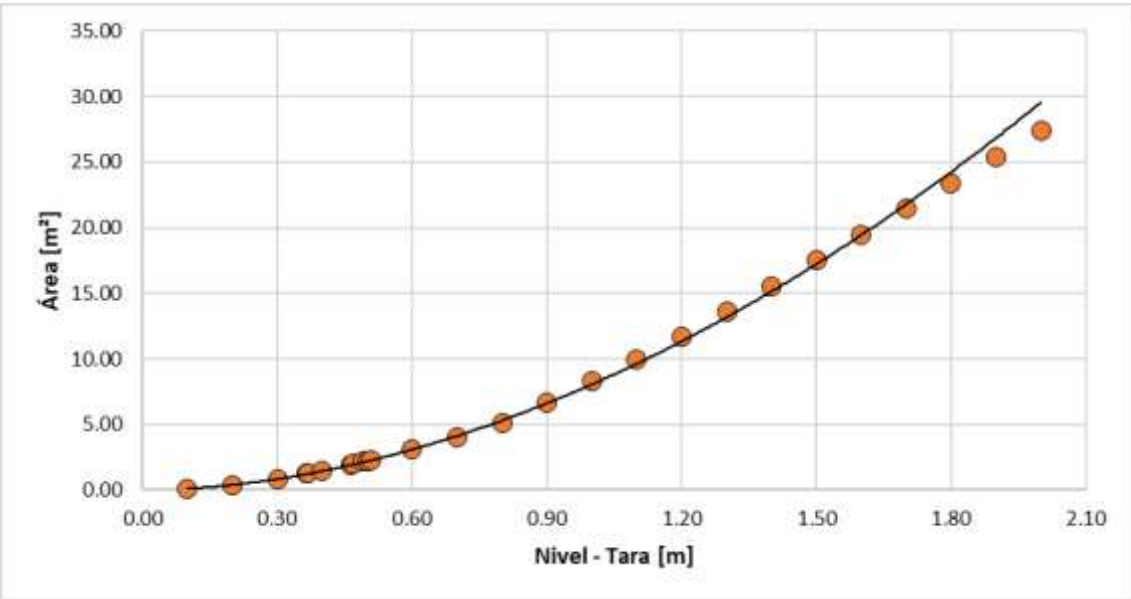


Figura 97. Relación nivel - área quebrada Marmato - Planta CHEC (nivel para una sección típica del cauce)

5.18 Quebrada La Francia – Los Puentes

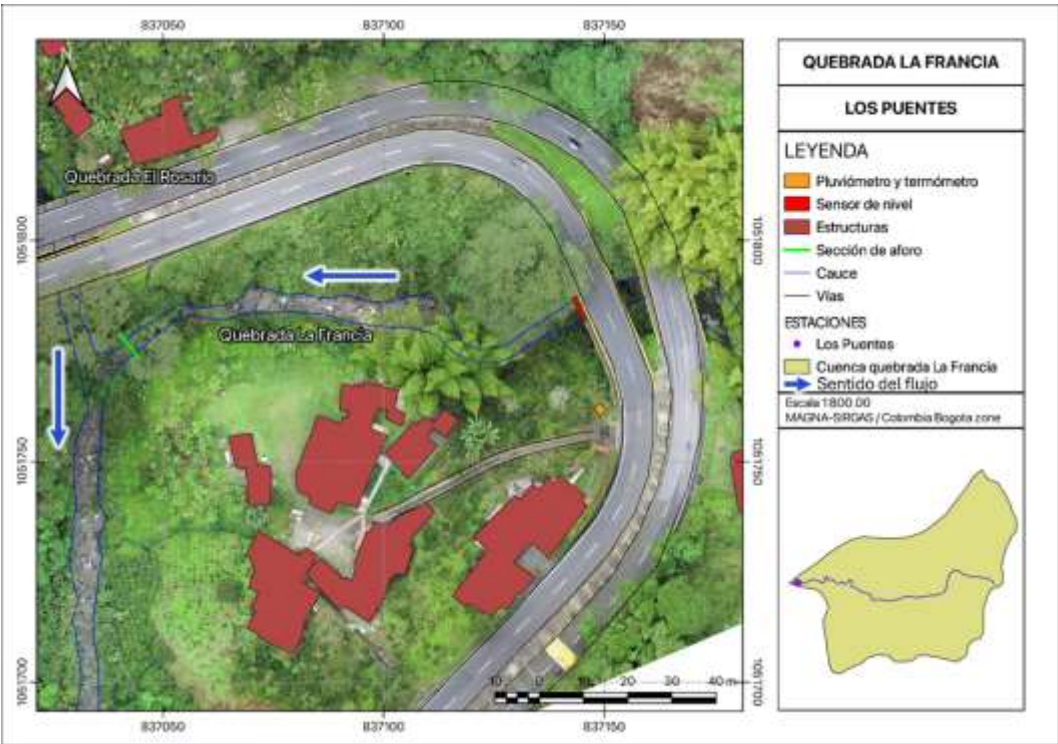


Figura 98. Vista en planta quebrada La Francia - Los Puentes

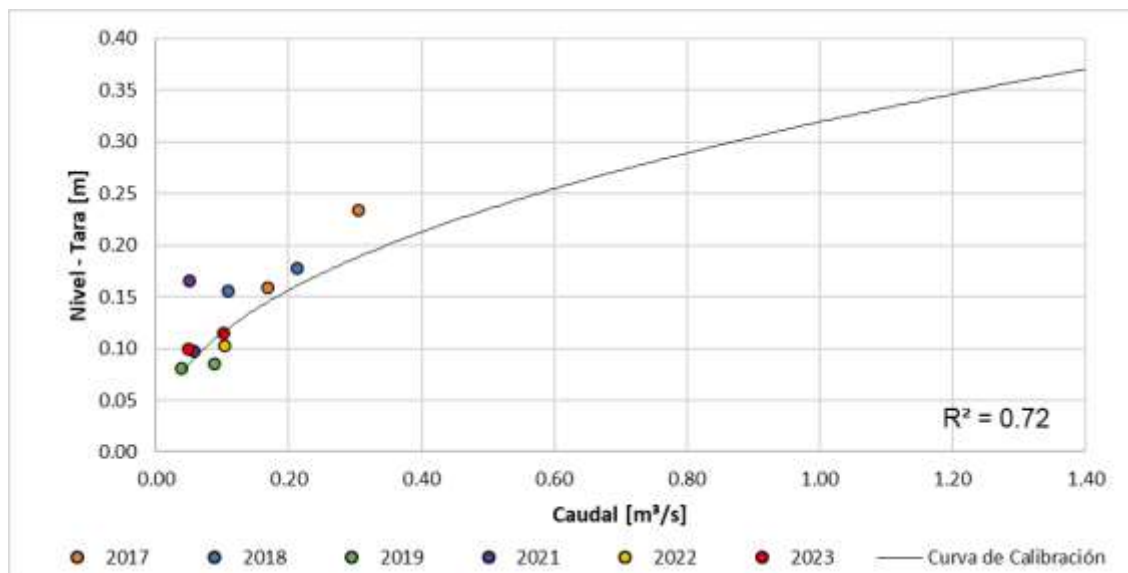
# INFORME DE AFOROS 2025



**Figura 99. Sección transversal típica quebrada La Francia - Los Puentes, medidas correspondientes a uno de los aforos**

**Tabla 19. Resumen de resultado quebrada La Francia - Los Puentes**

ESTACIÓN		QUEBRADA LA FRANCIA - LOS PUENTES								
LATITUD	N 5° 3' 45.52"		LONGITUD		W 75° 32' 48.91"		ELEVACIÓN (msnm)		1631	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
6/11/2017	0.455	3.340	0.400	3.480	11.890	2.159	0.165	1.026	0.169	0.037
13/12/2017	0.566	3.510	0.400	4.080	11.490	2.234	0.219	1.396	0.305	0.192
9/01/2018	0.550	3.510	0.400	4.150	11.610	2.177	0.163	1.309	0.214	0.050
23/02/2018	0.443	3.700	0.300	4.900	12.100	2.156	0.117	0.931	0.109	0.086
5/05/2019	0.388	3.520	0.300	4.040	12.250	2.085	0.088	1.006	0.089	0.039
29/06/2019	0.245	3.000	0.300	3.220	12.330	2.081	0.085	0.453	0.038	0.005
19/04/2021	0.180	2.300	0.200	2.380	11.950	2.165	0.181	0.275	0.050	0.173
30/09/2021	0.310	3.750	0.300	4.180	12.100	2.097	0.120	0.482	0.058	0.008
11/07/2022	0.275	3.450	0.345	3.521	11.900	2.102	0.247	0.420	0.104	0.029
27/01/2023	0.220	2.050	0.200	2.184	11.950	2.115	0.376	0.271	0.102	0.005
5/09/2023	0.135	2.300	0.230	0.235	11.940	2.100	0.251	0.196	0.049	0.021



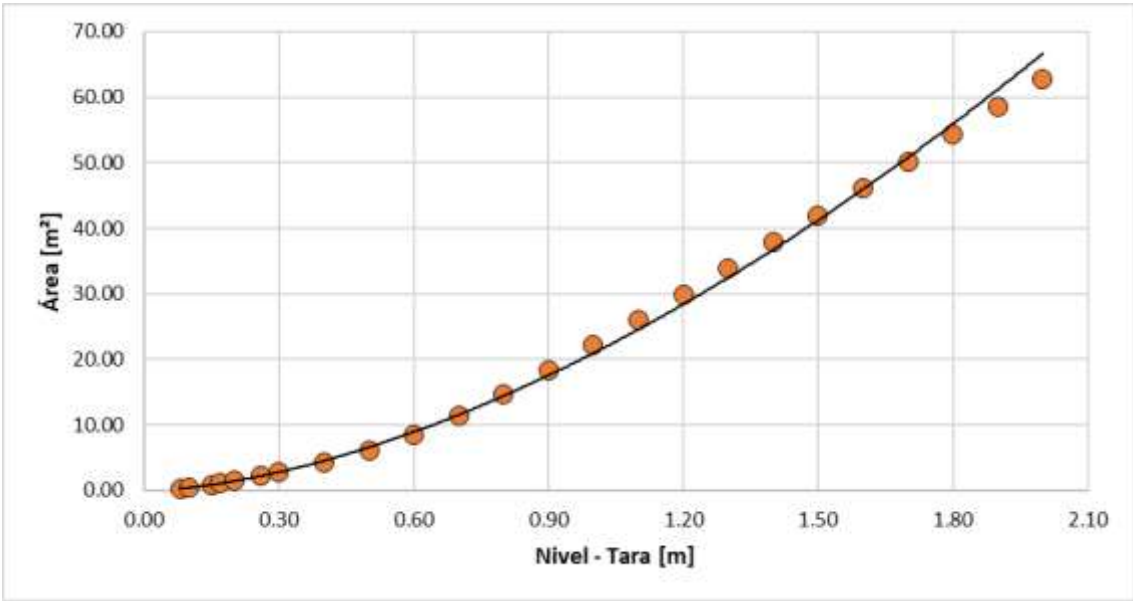


Figura 102. Relación nivel - área quebrada La Francia - Los Puentes (nivel para una sección típica del cauce)

5.19 Quebrada Las Pavas – Autopistas del Café

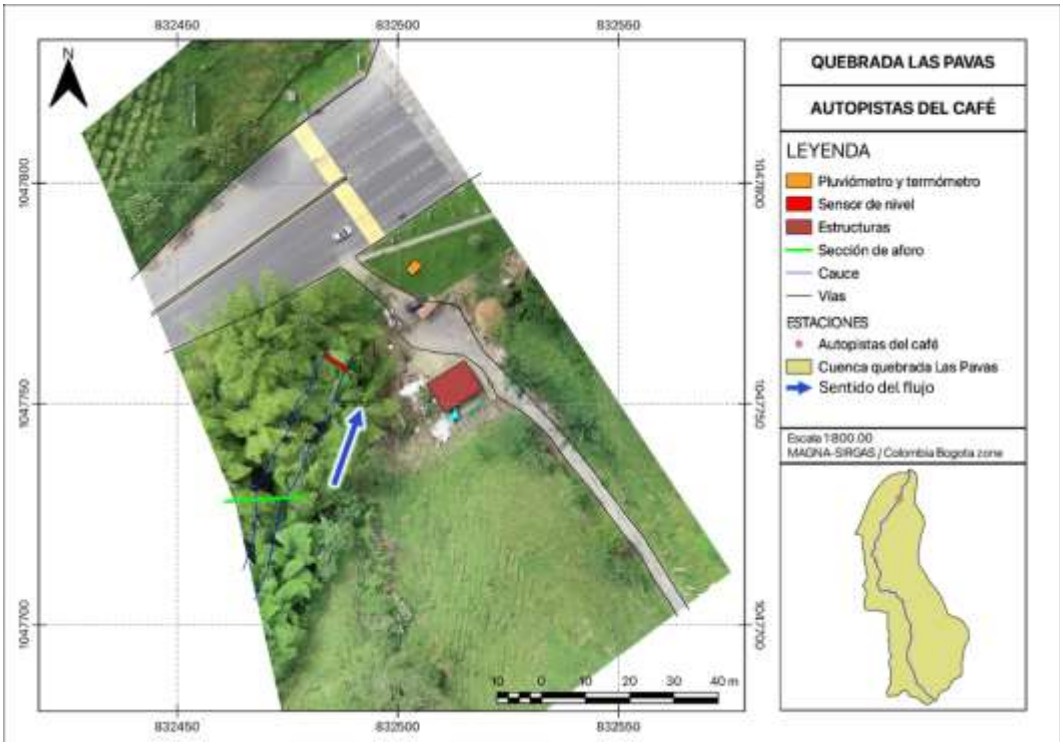
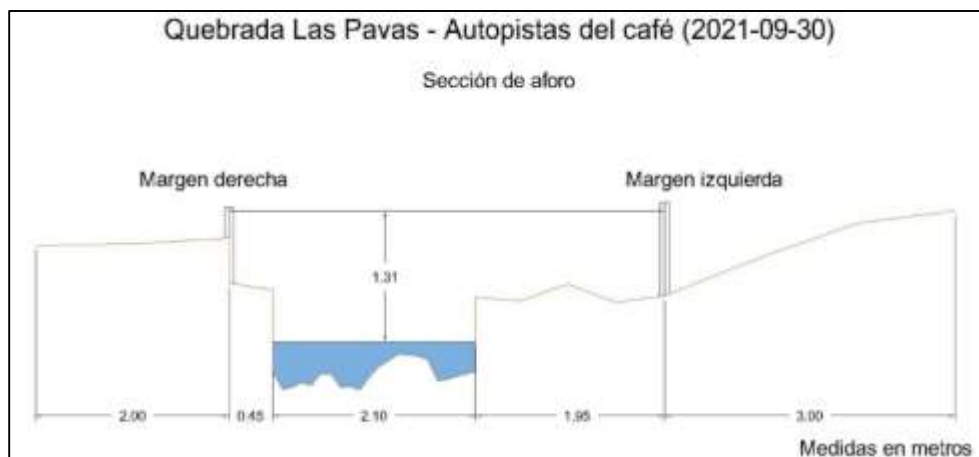


Figura 103. Vista en planta quebrada Las Pavas - Autopistas del Café



# INFORME DE AFOROS 2025

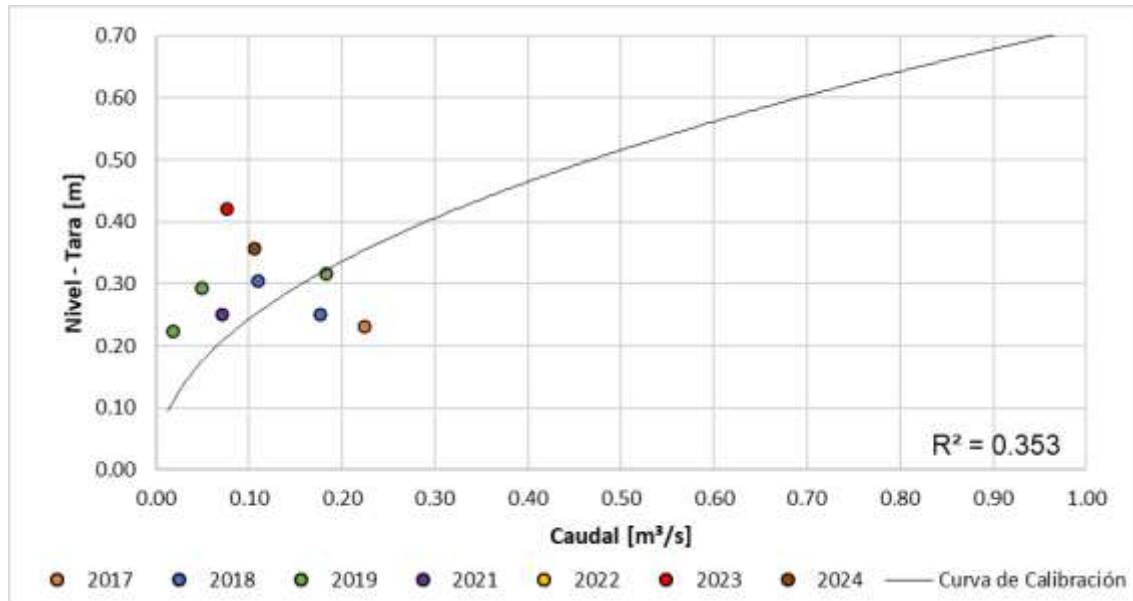


**Figura 104. Sección transversal típica quebrada Las Pavas - Autopistas del Café, medidas correspondientes a uno de los aforos**

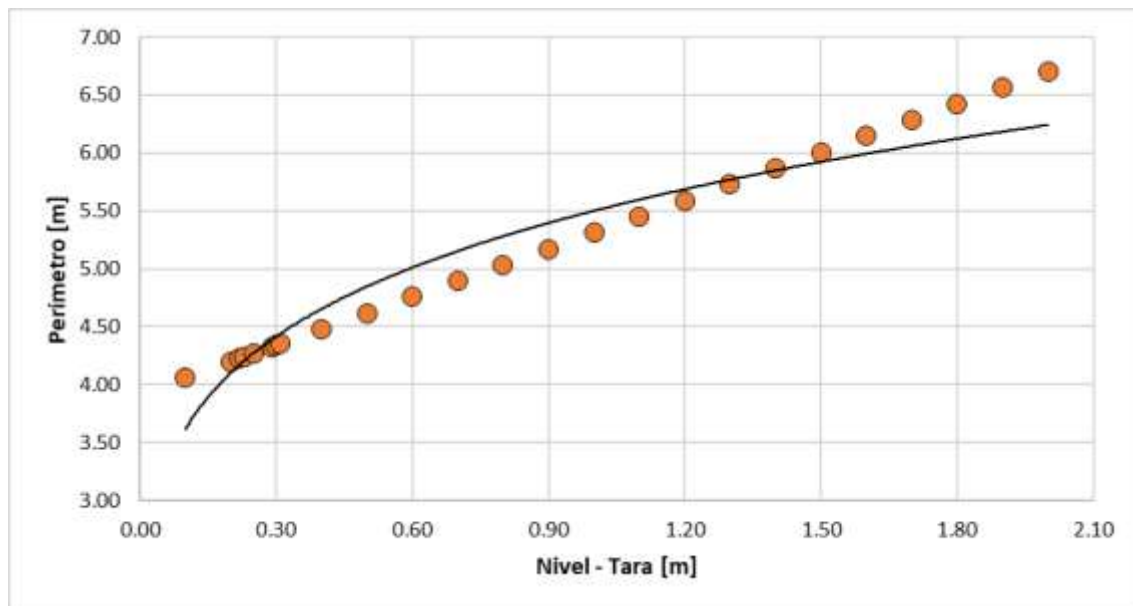
**Tabla 20. Resumen de resultados quebrada Las Pavas - Autopistas del Café**

ESTACIÓN		QUEBRADA LAS PAVAS - AUTOPISTAS DEL CAFÉ								
LATITUD	N 5° 1' 33.98"		LONGITUD		W 75° 35' 16.77"		ELEVACIÓN (msnm)		1222	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
6/11/2017	0.198	3.910	0.550	4.300	5.620	2.231	0.315	0.711	0.224	0.017
11/12/2017	0.108	3.910	0.500	4.110	5.680	2.296*	1.444	0.264	0.381	0.238
9/01/2018	0.090	3.910	0.500	4.030	5.590	2.250	0.999	0.177	0.177	0.071
23/02/2018	0.116	3.910	0.300	4.170	5.530	2.306	0.322	0.342	0.110	0.041
5/05/2019	0.270	3.300	0.300	3.580	5.710	2.316	0.315	0.584	0.184	0.024
28/06/2019	0.316	3.100	0.280	3.300	5.760	2.294	0.095	0.521	0.049	0.091
31/07/2019	0.217	2.600	0.240	2.870	5.800	2.223	0.058	0.318	0.019	0.068
19/04/2021	0.293	3.500	0.300	3.600	5.300	2.618*	0.112	0.519	0.058	0.460
30/09/2021	0.320	2.100	0.200	3.220	5.350	2.250	0.107	0.661	0.071	0.035
12/07/2022	0.290	4.900	0.490	5.101	5.500	2.464*	0.118	0.862	0.102	0.211
27/01/2023	0.290	2.300	0.230	2.617	5.400	2.420	0.201	0.383	0.077	0.187
8/09/2023	0.260	1.300	0.130	1.640	5.470	2.350	0.196	0.199	0.039	0.187
15/05/2024	0.070	2.900	0.290	2.970	5.000	2.356	1.395	0.076	0.106	0.192

\*Nivel inconsistente respecto al caudal medido en campo



**Figura 105. Curva de calibración quebrada Las Pavas - Autopistas del Café**



**Figura 106. Relación nivel - perímetro quebrada Las Pavas - Autopistas del café (nivel para una sección típica del cauce)**

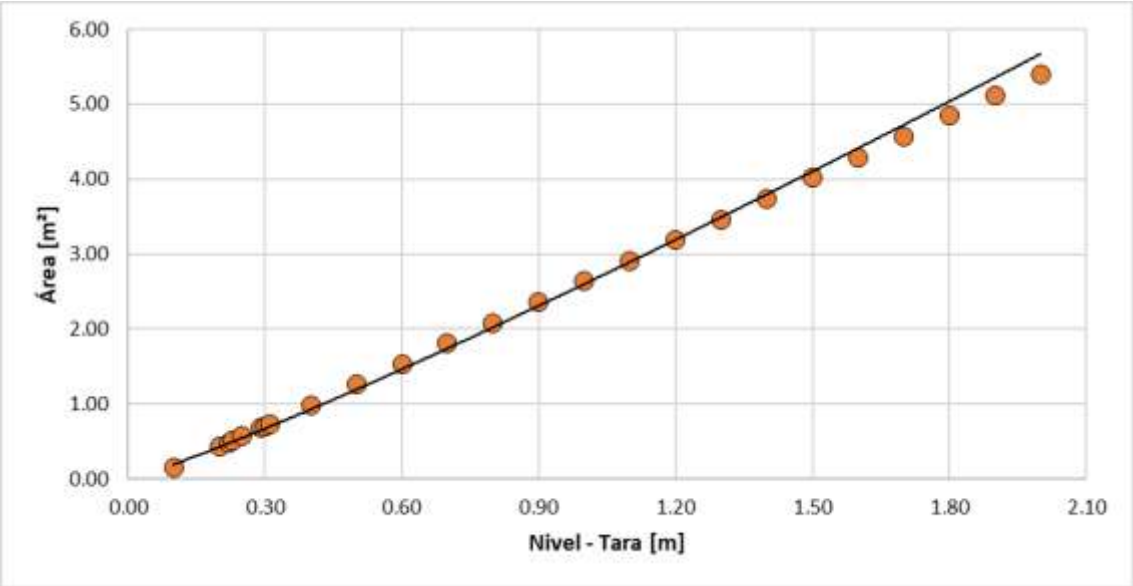


Figura 107. Relación nivel - área quebrada Las Pavas - Autopistas del Café (nivel para una sección típica del cauce)

5.20 Quebrada El Rosario – San Marcos de León

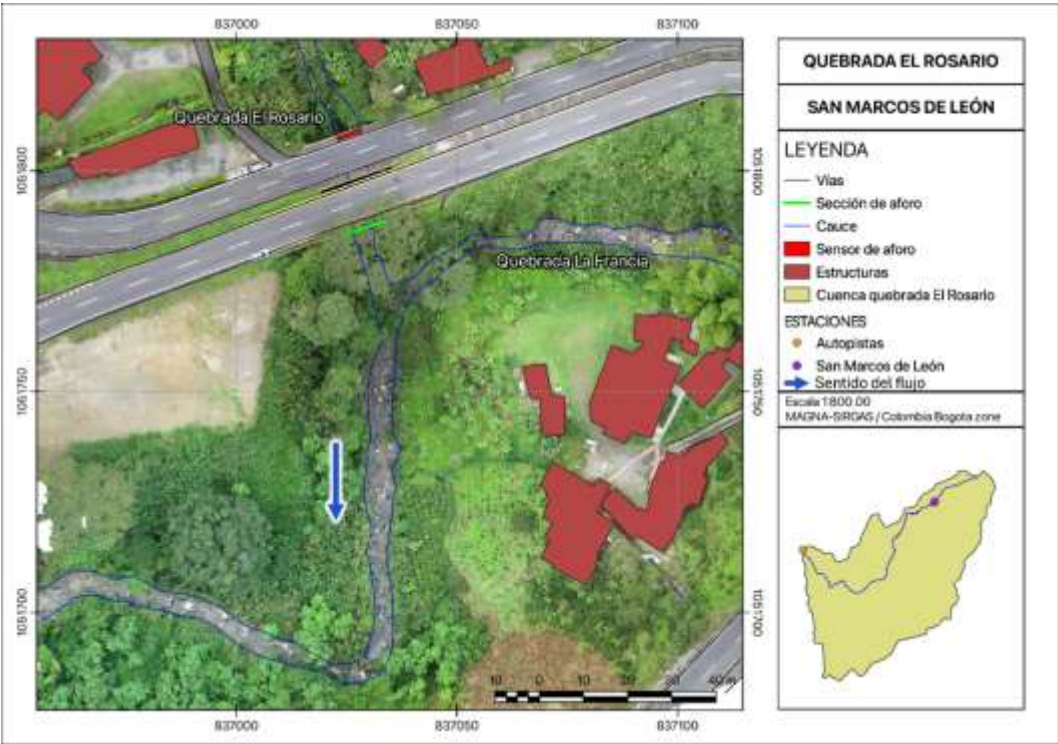
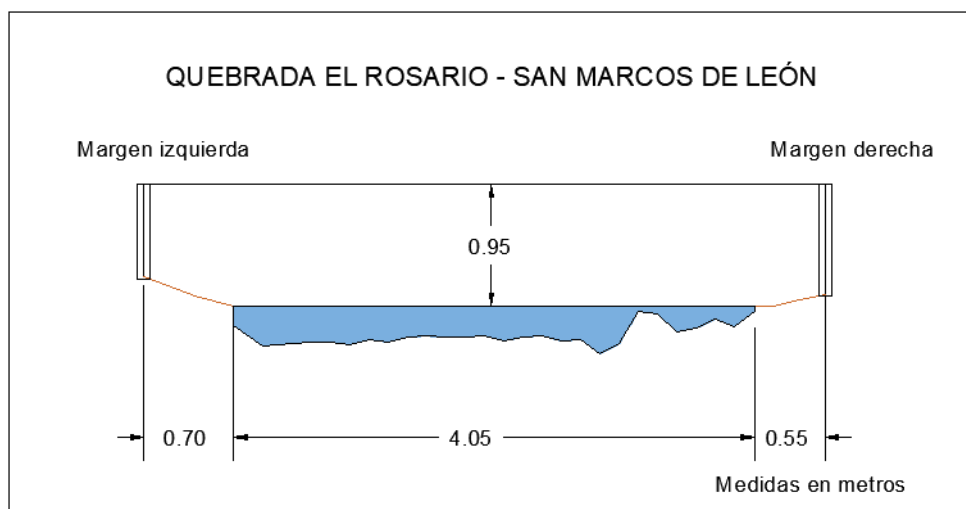


Figura 108. Vista en planta quebrada El Rosario - San Marcos de León

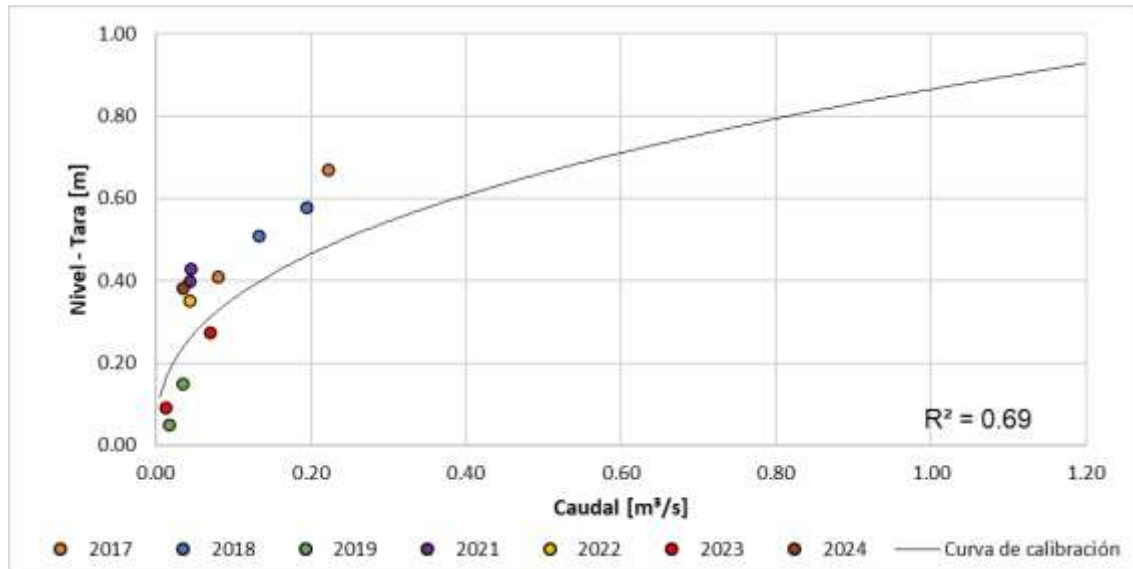
# INFORME DE AFOROS 2025



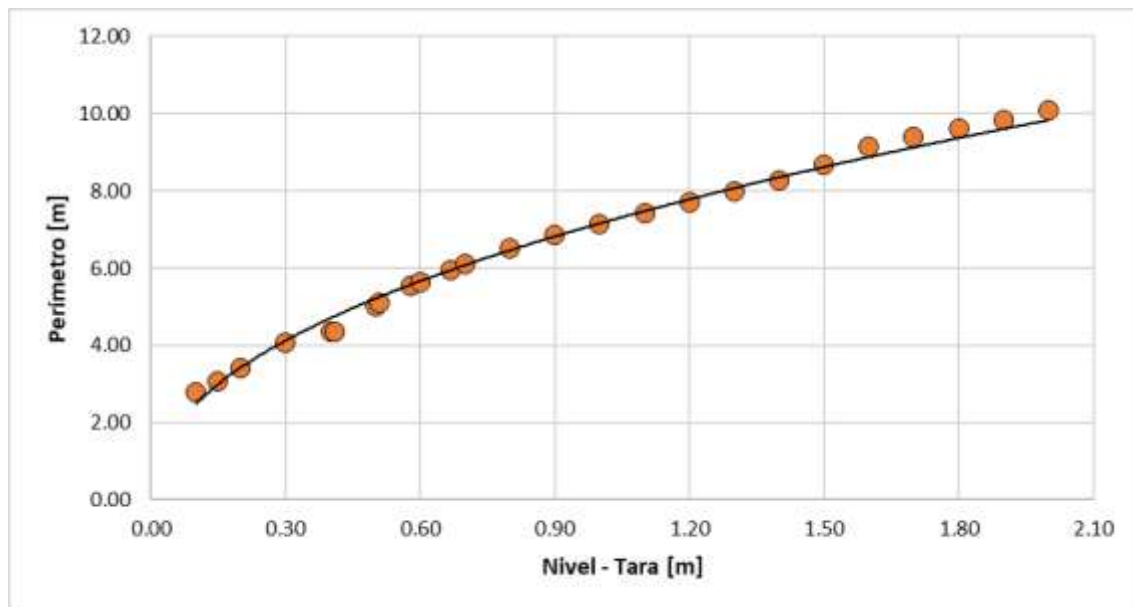
**Figura 109. Sección transversal típica quebrada El Rosario - San Marcos de León, medidas correspondientes a uno de los aforos**

**Tabla 21. Resumen de resultados quebrada El Rosario - San Marcos de León**

ESTACIÓN		QUEBRADA EL ROSARIO - SAN MARCOS DE LEON								
LATITUD	N 5° 3' 50.14"		LONGITUD		W 75° 32' 51.47"		ELEVACIÓN (msnm)		1621	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
6/11/2017	0.495	4.000	0.400	4.342	7.840	2.409	0.088	0.918	0.081	0.059
13/12/2017	0.347	4.400	0.400	4.875	7.580	2.669	0.225	0.991	0.223	0.238
9/01/2018	0.420	4.310	0.400	4.820	7.670	2.579	0.275	0.710	0.195	0.130
23/02/2018	0.365	4.050	0.300	4.640	7.740	2.509	0.153	0.874	0.134	0.104
5/05/2019	0.154	1.330	0.130	1.590	8.100	2.149	0.087	0.400	0.035	0.023
30/07/2019	0.123	1.250	0.120	1.390	8.200	2.049	0.166	0.105	0.017	0.017
19/04/2021	0.425	1.700	0.150	2.330	7.700	2.429	0.099	0.450	0.045	0.112
30/09/2021	0.290	1.920	0.200	2.260	7.850	2.399	0.142	0.315	0.045	0.087
11/07/2022	0.107	3.180	0.318	3.223	7.840	2.350	0.286	0.154	0.044	0.052
27/01/2023	0.120	2.340	0.230	2.406	7.790	2.273	0.430	0.165	0.071	0.018
5/09/2023	0.100	1.600	0.160	1.660	8.000	2.092	0.181	0.072	0.013	0.009
15/05/2024	0.220	1.500	0.150	1.678	8.380	2.381	0.260	0.134	0.035	0.083



**Figura 110. Curva de calibración quebrada El Rosario - San Marcos de León**



**Figura 111. Relación nivel - perímetro quebrada El Rosario - San Marcos de León (nivel para una sección típica del cauce)**

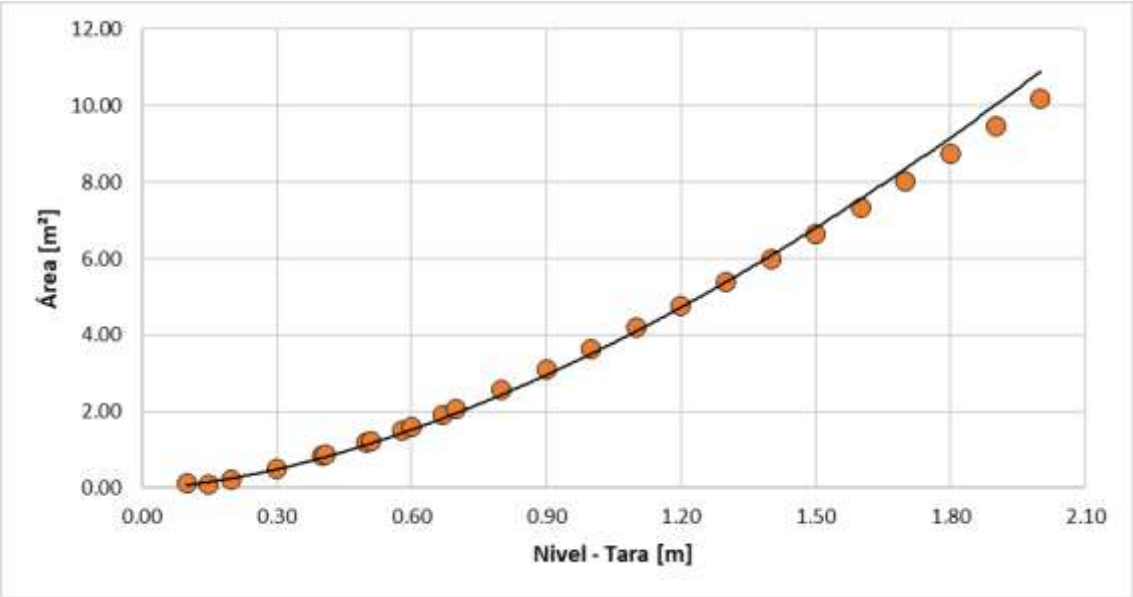


Figura 112. Relación nivel - área quebrada El Rosario - San Marcos de León (nivel para una sección típica del cauce)

5.21 Quebrada El Rosario – Autopistas

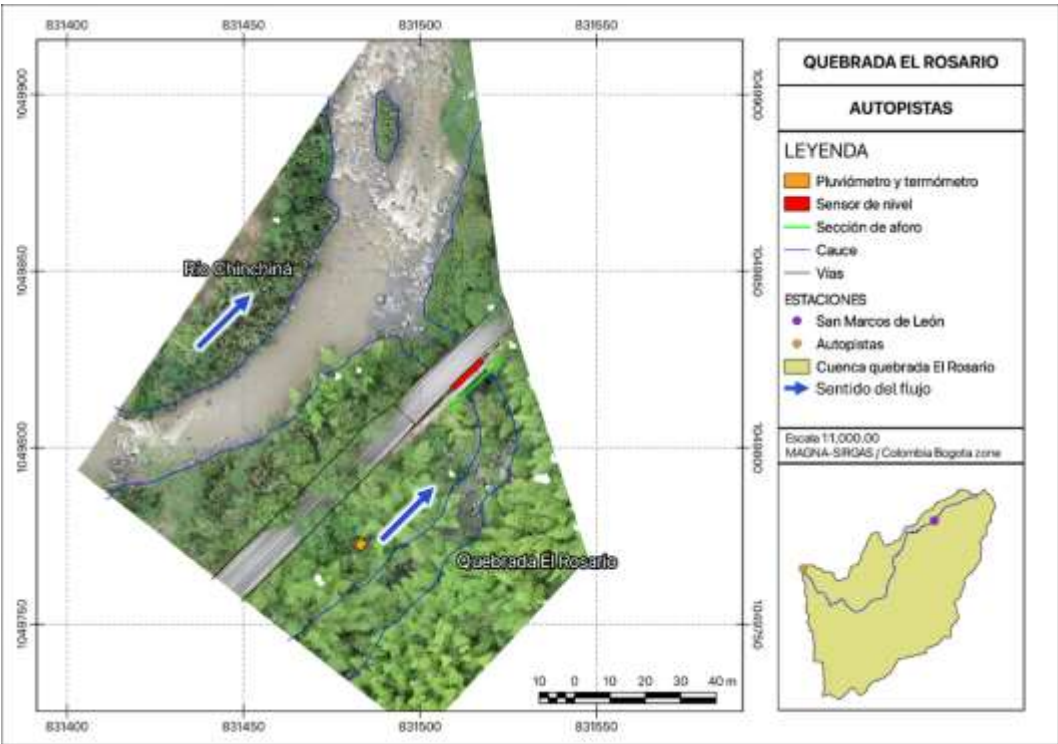
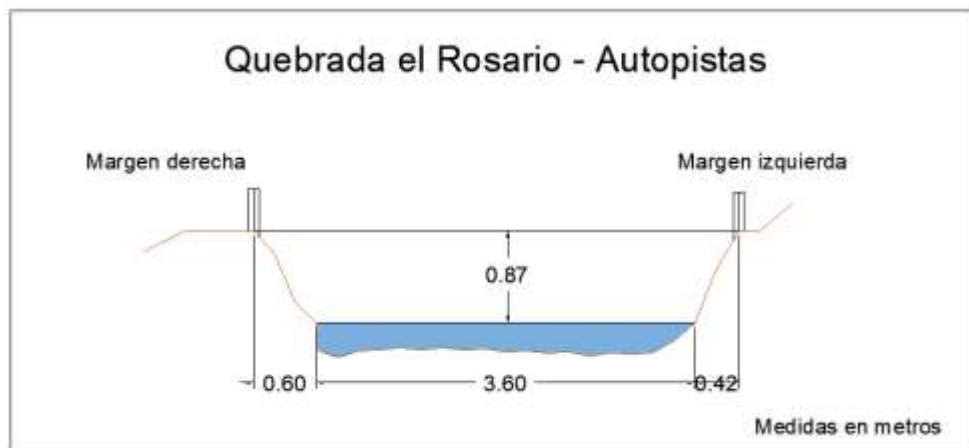


Figura 113. Vista en planta quebrada el Rosario – Autopistas

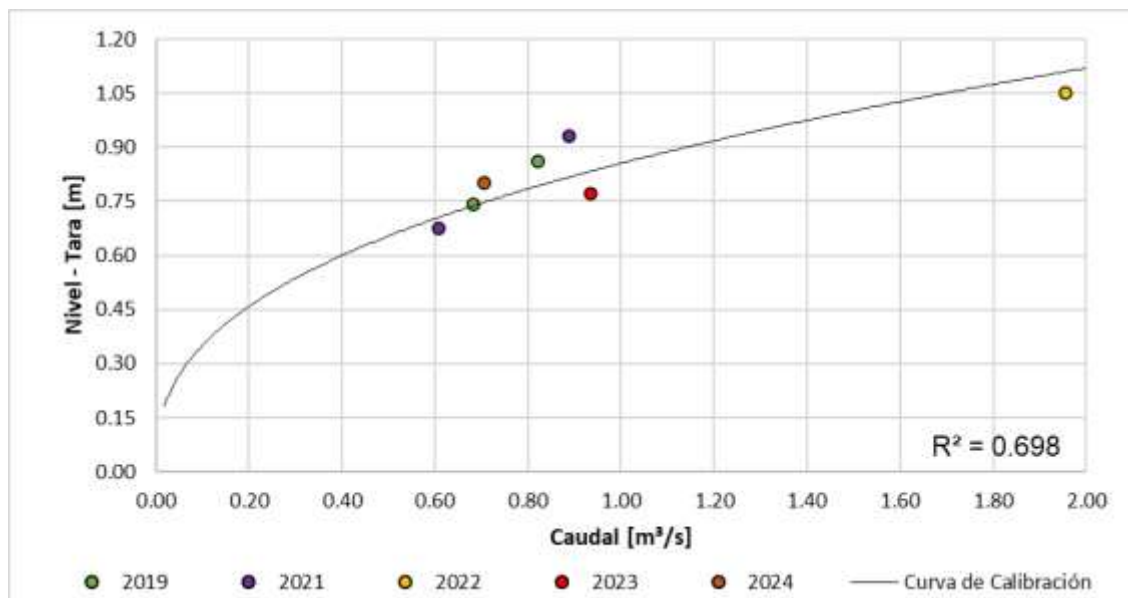




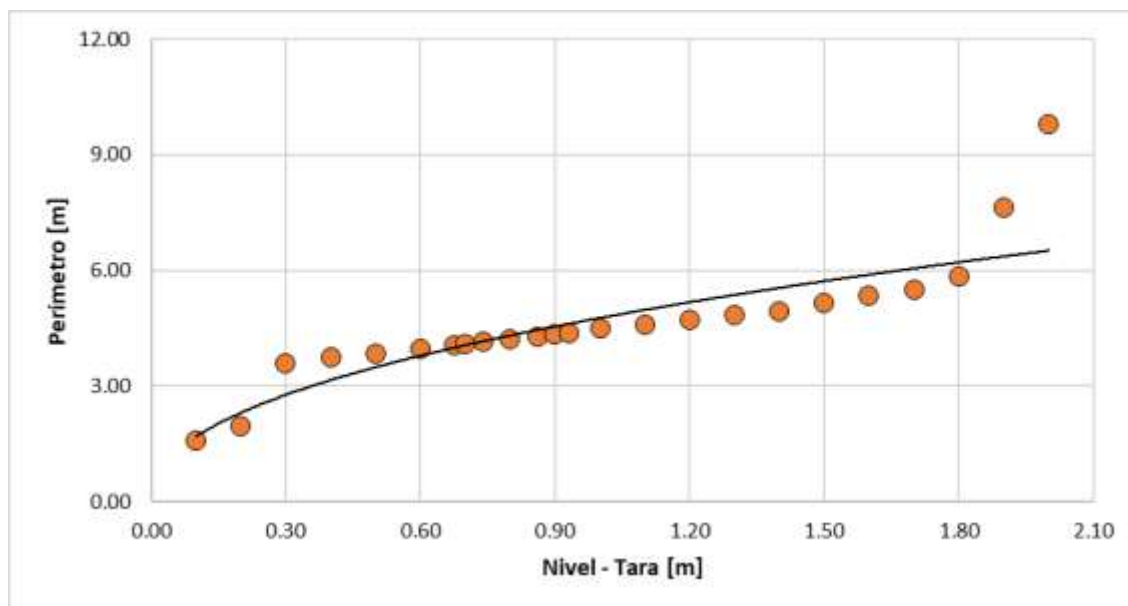
**Figura 114. Sección transversal típica quebrada El Rosario - Autopistas, medidas correspondientes a uno de los aforos**

**Tabla 22. Resumen de resultados quebrada El Rosario - Autopistas**

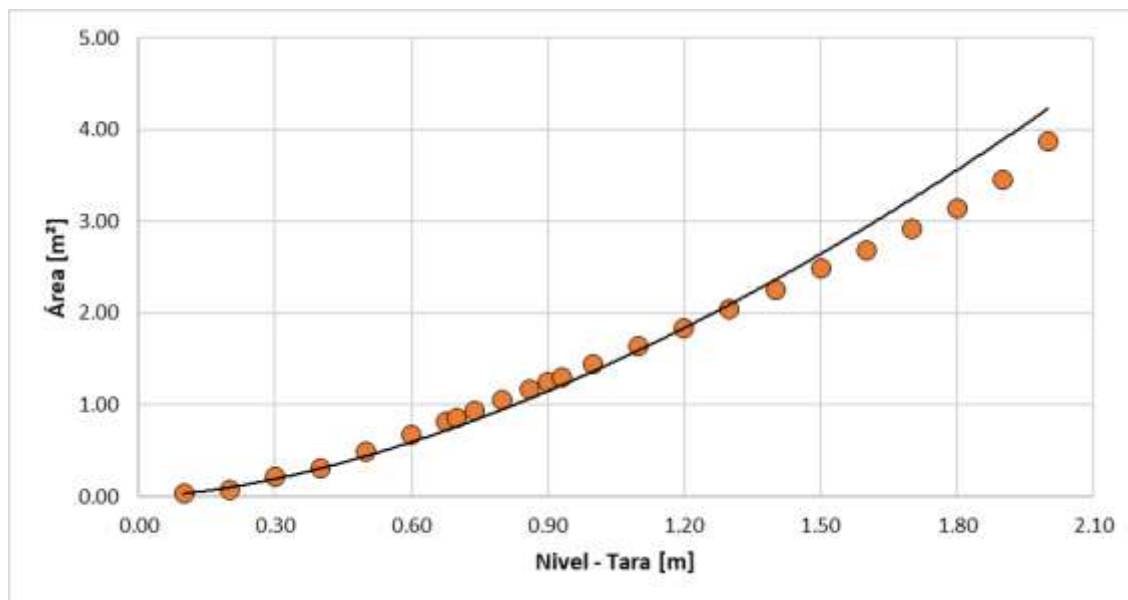
ESTACIÓN		QUEBRADA EL ROSARIO - AUTOPISTAS									
LATITUD	N 5° 2' 41"		LONGITUD		W 75° 35' 48"		ELEVACIÓN (msnm)		1130		
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS				
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal	
	27/10/2019	0.280	3.600	0.400	3.890	10.100	0.740	0.825	0.827	0.682	0.051
	11/12/2019	0.330	3.600	0.400	3.990	10.400	0.860	0.910	0.904	0.822	0.085
	19/04/2021	0.448	3.800	0.300	4.310	10.085	0.675	0.515	1.184	0.609	0.104
	30/09/2021	0.560	4.150	0.400	5.010	10.300	0.930	0.495	1.795	0.888	0.208
	12/07/2022	0.545	7.610	0.761	8.071	10.500	1.050	0.655	2.985	1.955	0.486
	27/01/2023	0.370	6.000	0.600	6.099	10.220	0.770	0.714	1.308	0.934	0.240
	15/05/2024	0.320	4.800	0.480	4.890	7.890	0.800	0.830	0.850	0.705	0.057



**Figura 115. Curva de calibración quebrada El Rosario – Autopistas**

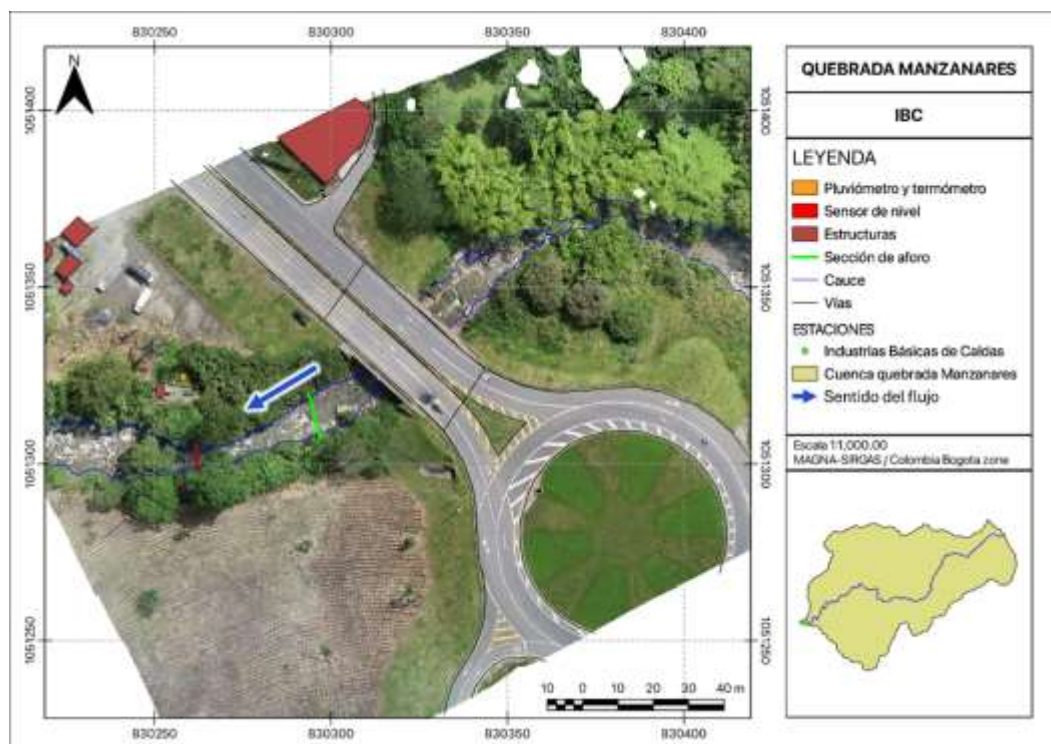


**Figura 116. Relación nivel - perímetro quebrada el Rosario – Autopistas (nivel para una sección típica del cauce)**



**Figura 117. Relación nivel - área quebrada el Rosario – Autopistas (nivel para una sección típica del cauce)**

## 5.22 Quebrada Manzanares – IBC



**Figura 118. Vista en planta quebrada Manzanares – IBC**

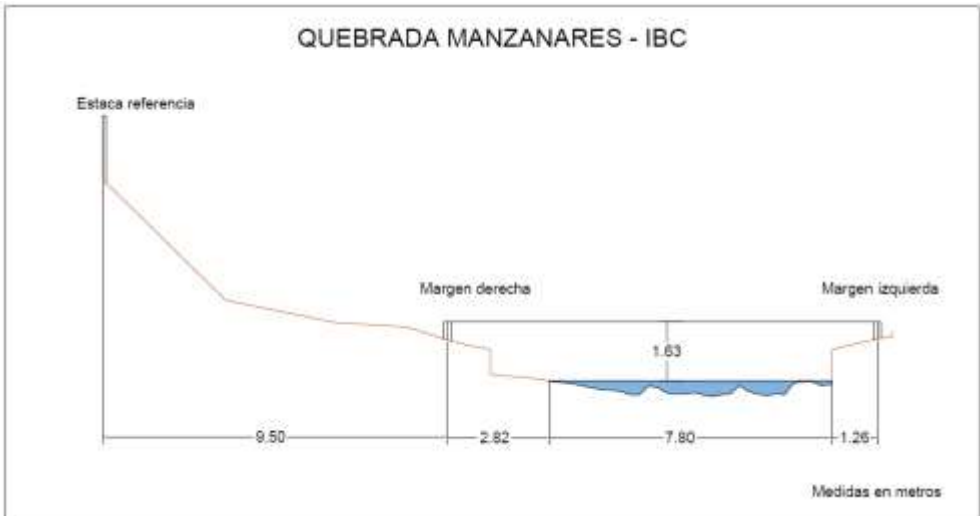
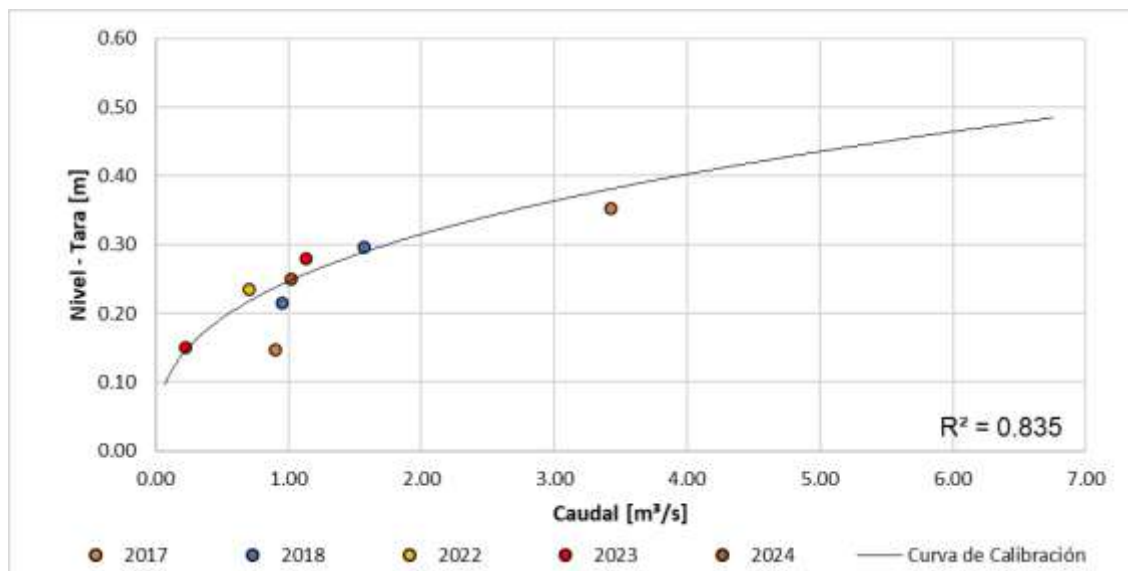


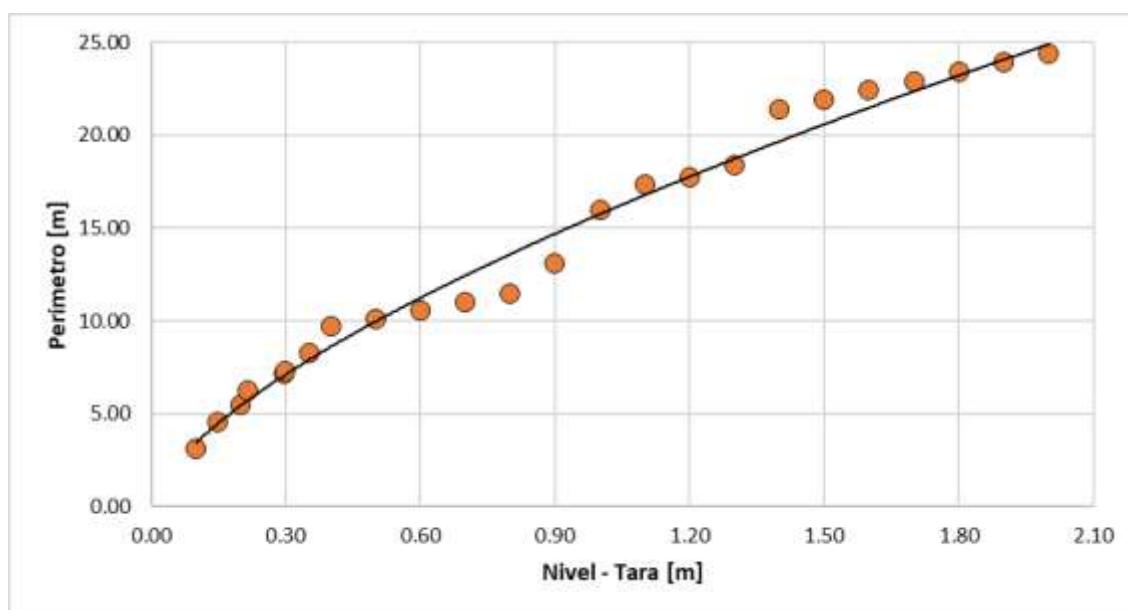
Figura 119. Sección transversal típica quebrada Manzanares - IBC, medidas correspondientes a uno de los aforos

Tabla 23. Resumen de resultados quebrada Manzanares - IBC

ESTACIÓN		QUEBRADA MANZANARES - INDUSTRIAS BÁSICAS DE CALDAS									
LATITUD	N 5° 3' 3.68"		LONGITUD		W 75° 36' 27.04"		ELEVACIÓN (msnm)		1110		
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS				
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal	
	6/11/2017	0.557	6.700	0.600	7.030	6.700	2.147	0.433	2.086	0.904	0.626
	11/12/2017	0.695	8.720	0.800	9.390	6.500	2.353	0.846	4.052	3.428	1.078
	11/01/2018	0.544	8.000	0.800	8.600	6.620	2.297	0.630	2.483	1.565	0.023
	23/02/2018	0.384	7.800	0.500	8.360	6.590	2.215	0.472	2.017	0.952	0.248
	12/07/2022	0.447	6.930	0.693	7.220	NA	2.235	0.399	1.770	0.706	0.167
	27/01/2023	0.760	6.000	0.600	6.505	NA	2.280	0.546	2.076	1.133	0.205
	8/09/2023	0.290	3.500	0.350	3.607	NA	2.150	0.358	0.630	0.226	0.290
	15/05/2024	0.450	4.500	0.450	4.750	4.000	2.250	0.797	1.276	1.017	0.415



**Figura 120. Curva de calibración quebrada Manzanares – IBC**



**Figura 121. Relación nivel - perímetro quebrada Manzanares – IBC (nivel para una sección típica del cauce)**

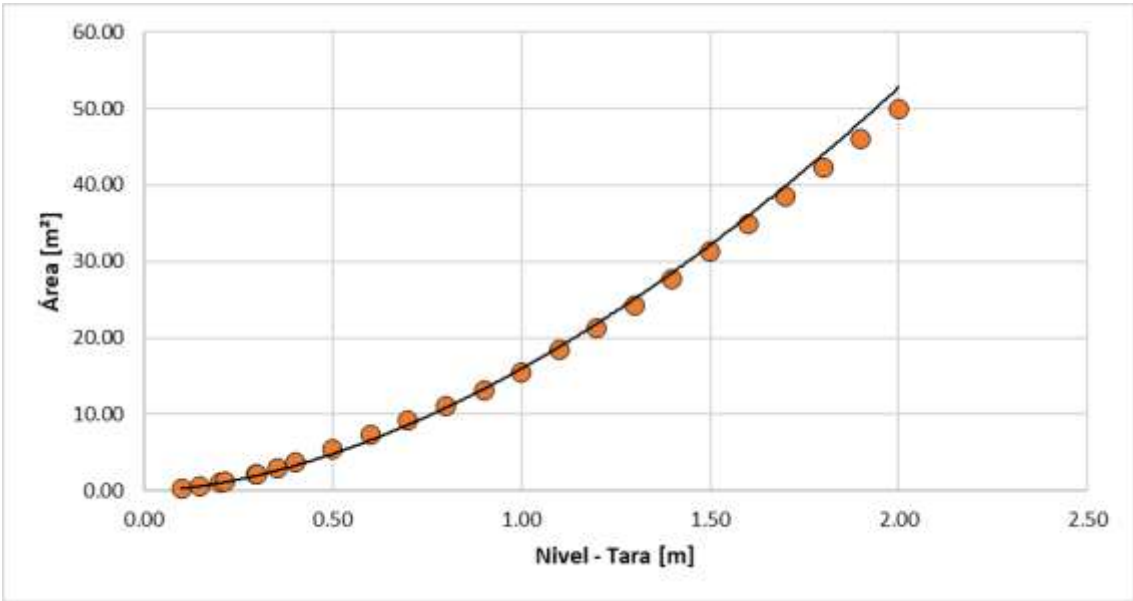


Figura 122. Relación nivel - área quebrada Manzanares – IBC (nivel para una sección típica del cauce)

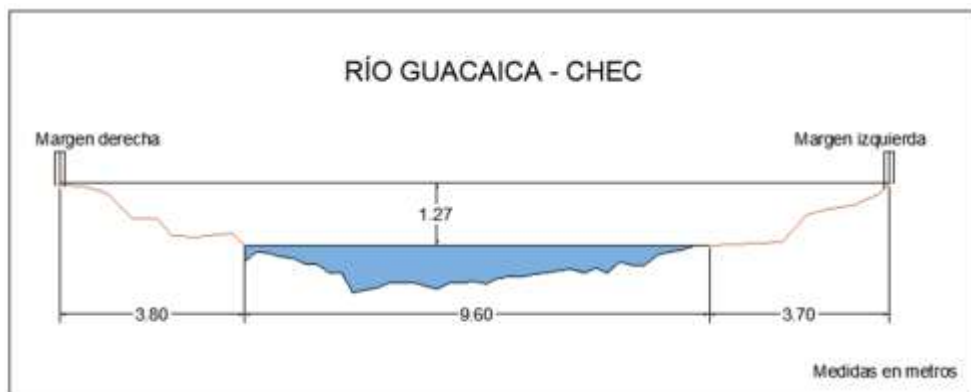
5.23 Río Guacaica – CHEC



Figura 123. Vista en planta río Guacaica – CHEC



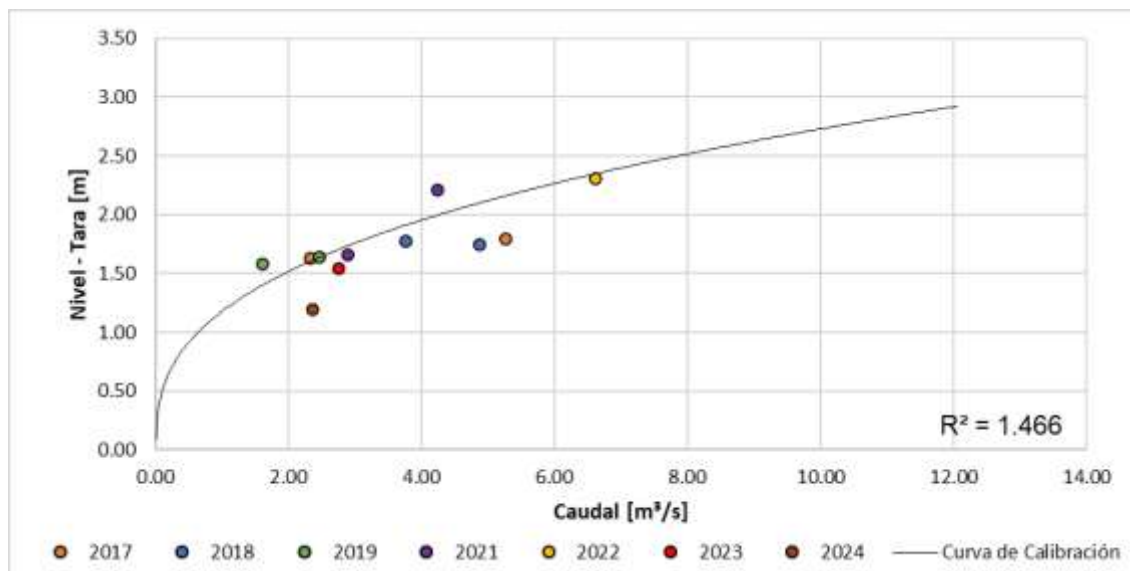
# INFORME DE AFOROS 2025



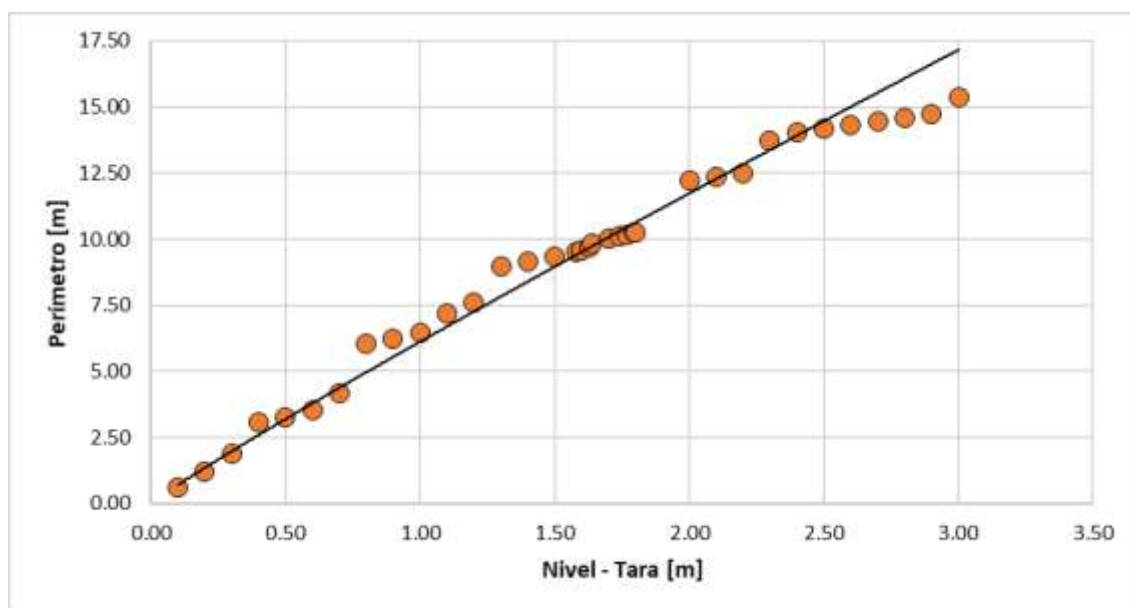
**Figura 124. Sección transversal típica río Guacaica – CHEC**

**Tabla 24. Resumen de resultado río Guacaica - CHEC**

ESTACIÓN		RÍO GUACAICA - CHEC								
LATITUD	N 5° 8' 22.62"		LONGITUD		W 75° 29' 59.88"		ELEVACIÓN (msnm)		1621	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
9/11/2017	0.686	8.000	0.800	9.000	7.800	3.628	0.556	4.176	2.321	0.104
15/12/2017	1.183	12.000	1.000	13.830	6.800	3.795	0.654	8.057	5.270	2.103
11/01/2018	0.900	10.500	1.000	12.350	6.900	3.743	0.775	6.283	4.868	1.945
3/03/2018	0.973	9.600	0.500	10.990	7.020	3.776	0.843	4.465	3.762	0.685
22/06/2019	0.802	11.000	1.100	11.850	7.130	3.639	0.539	4.575	2.466	0.002
25/07/2019	0.739	10.300	0.600	10.700	7.220	3.579	0.433	2.788	1.607	0.621
6/04/2021	1.080	8.000	0.800	9.090	6.980	3.659	0.637	4.535	2.887	0.335
5/09/2021	1.270	8.300	0.800	9.270	6.600	4.210	0.760	5.583	4.241	1.356
15/07/2022	1.138	10.860	1.086	2.938	7.060	4.310	0.877	7.542	6.614	0.295
28/01/2023	0.880	12.700	1.270	12.938	7.750	3.540	0.415	6.642	2.758	0.676
20/05/2024	0.760	6.700	0.670	7.190	6.950	3.190	0.758	3.115	2.361	1.334



**Figura 125. Curva de calibración río Guacaica – CHEC**



**Figura 126. Relación nivel - perímetro río Guacaica – CHEC (nivel para una sección típica del cauce)**

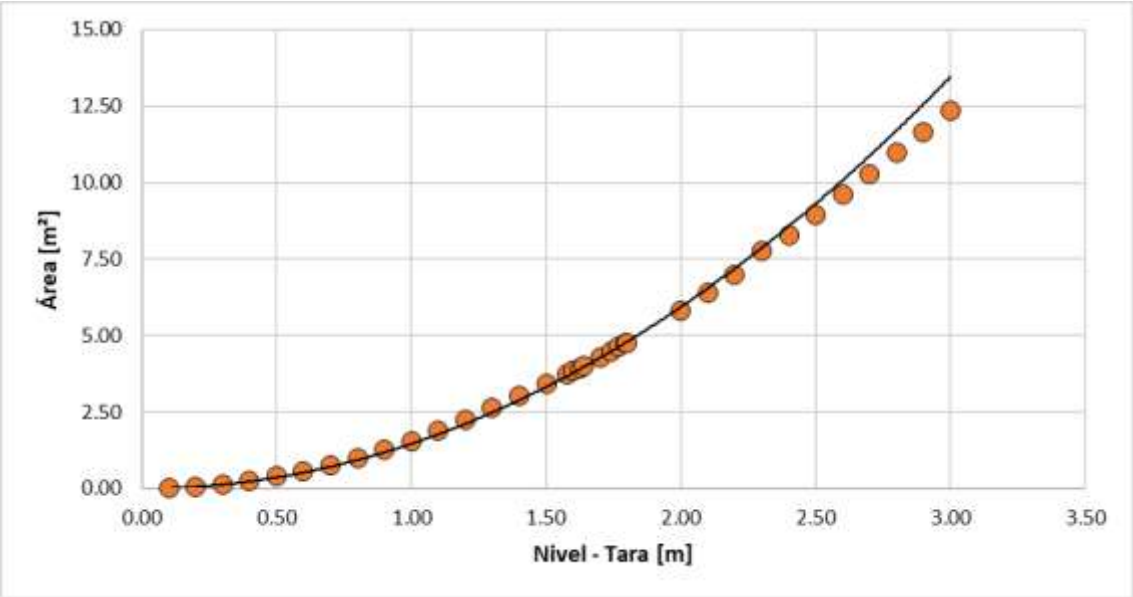


Figura 127. Relación nivel - área río Guacaica – CHEC (nivel para una sección típica del cauce)

5.24 Río Guacaica - El Jordán

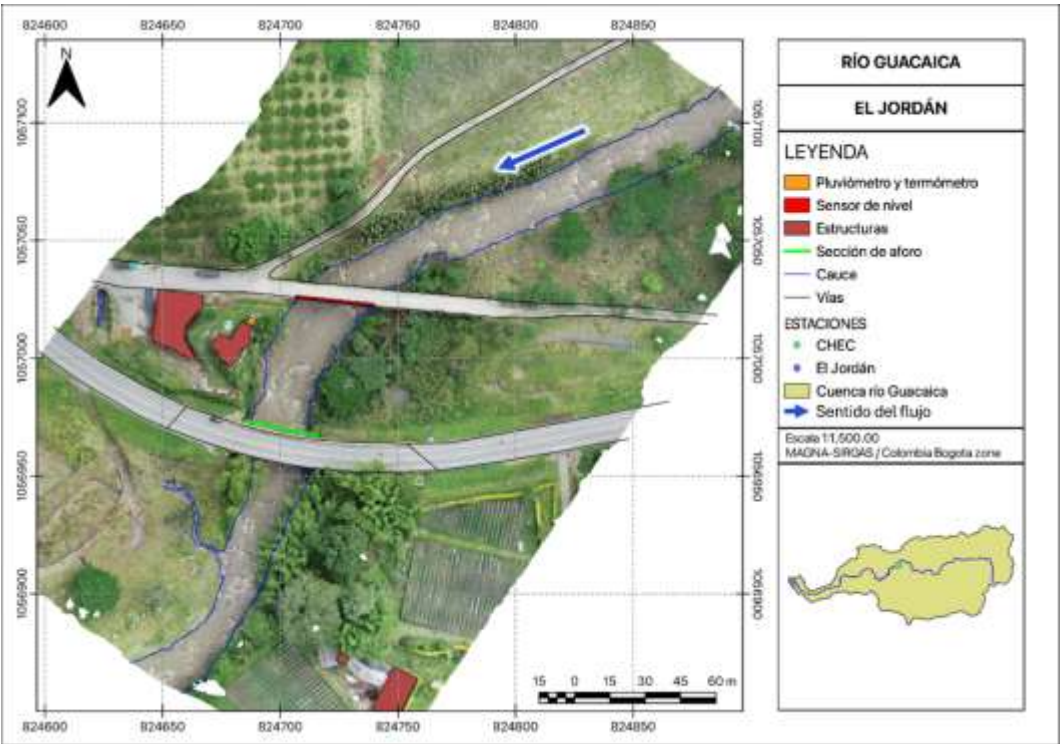
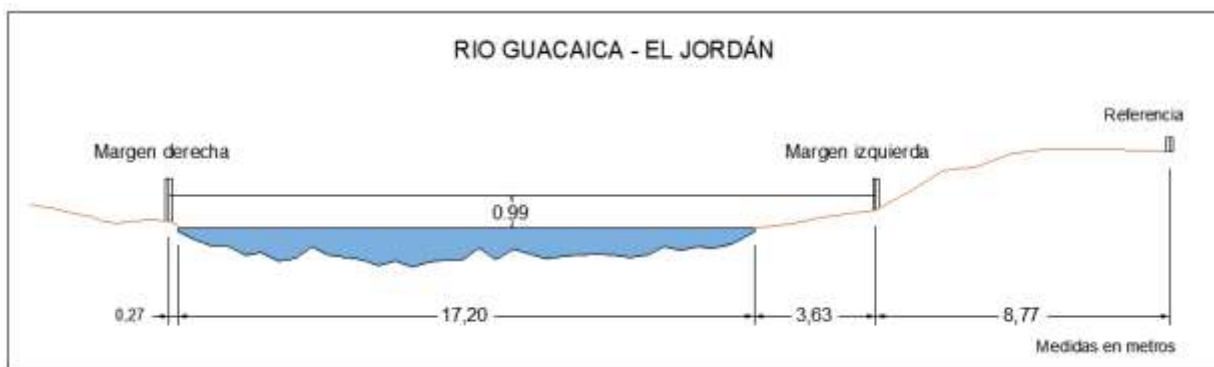


Figura 128. Vista en planta río Guacaica - El Jordán

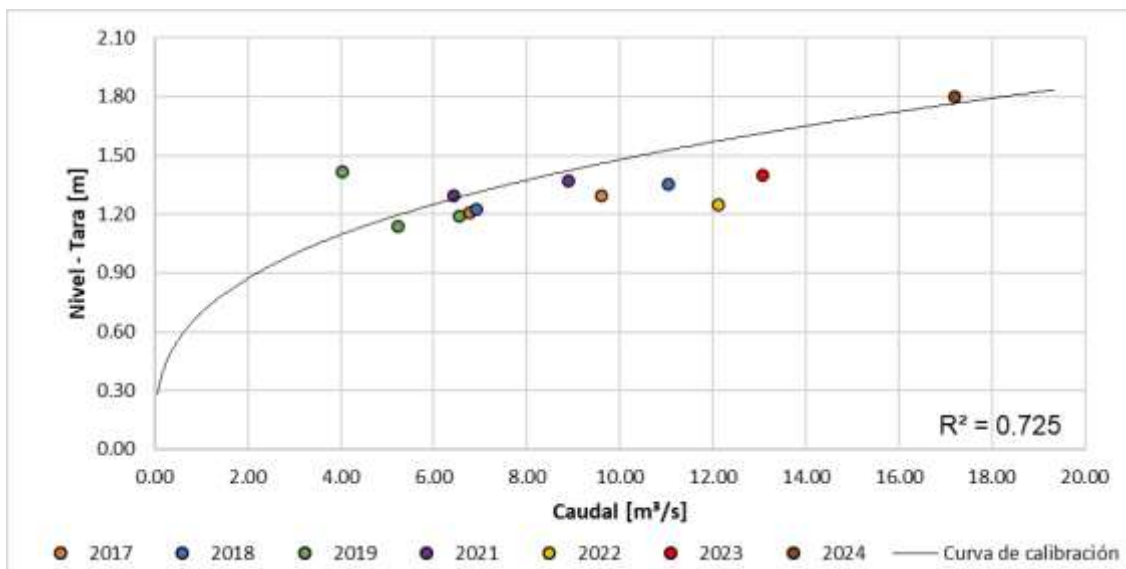
# INFORME DE AFOROS 2025



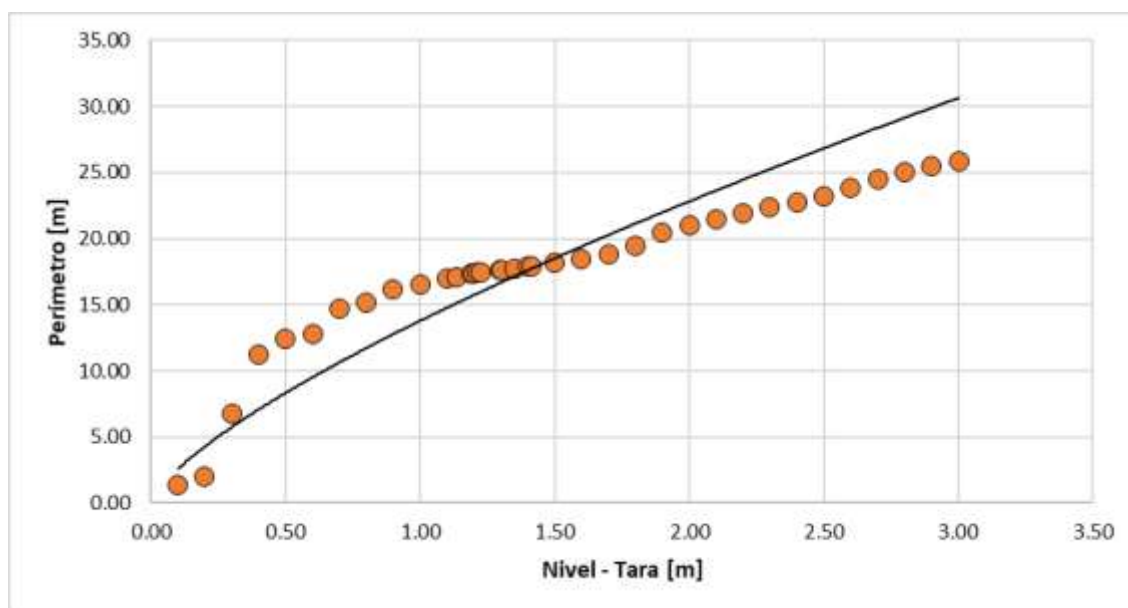
**Figura 129. Sección transversal típica río Guacaica - El Jordán, medidas correspondientes a uno de los aforos**

**Tabla 25. Resumen de resultados río Guacaica - El Jordán**

ESTACIÓN		RÍO GUACAICA - EL JORDAN								
LATITUD	N 5° 6' 36.37"		LONGITUD		W 75° 39' 28.77"		ELEVACIÓN (msnm)		909	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR			RESULTADOS		
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
29/11/2017	1.065	19.200	1.600	19.821	8.720	3.296	0.681	14.103	9.608	3.615
19/12/2017	0.960	17.000	1.500	17.905	8.850	3.210	0.582	11.621	6.765	1.799
11/01/2018	1.186	18.000	1.000	18.587	8.650	3.353	0.727	15.110	11.036	4.293
1/03/2018	1.020	17.200	1.000	18.451	8.830	3.226	0.552	12.547	6.924	1.773
25/05/2019	0.893	18.080	1.300	19.170	7.910	3.415	0.391	10.314	4.038	3.574
5/07/2019	0.920	21.300	1.500	22.150	8.650	3.191	0.508	12.886	6.544	1.789
1/08/2019	0.840	20.740	1.500	21.050	8.830	3.136	0.459	11.380	5.228	1.048
15/04/2021	0.820	19.600	1.600	20.340	8.530	3.370	0.833	10.689	8.902	1.927
17/09/2021	0.829	17.500	1.600	18.430	8.600	3.296	0.663	9.707	6.434	0.444
12/07/2022	0.995	25.110	2.511	25.364	8.650	3.250	0.778	15.569	12.118	6.687
28/01/2023	1.120	24.200	2.420	24.631	8.050	3.400	0.795	16.455	13.081	5.682
15/05/2024	1.700	32.000	3.200	32.755	7.860	3.800	0.606	28.368	17.198	2.511



**Figura 130. Curva de calibración río Guacaica - El Jordán**



**Figura 131. Relación nivel - perímetro río Guacaica - El Jordán (nivel para una sección típica del cauce)**

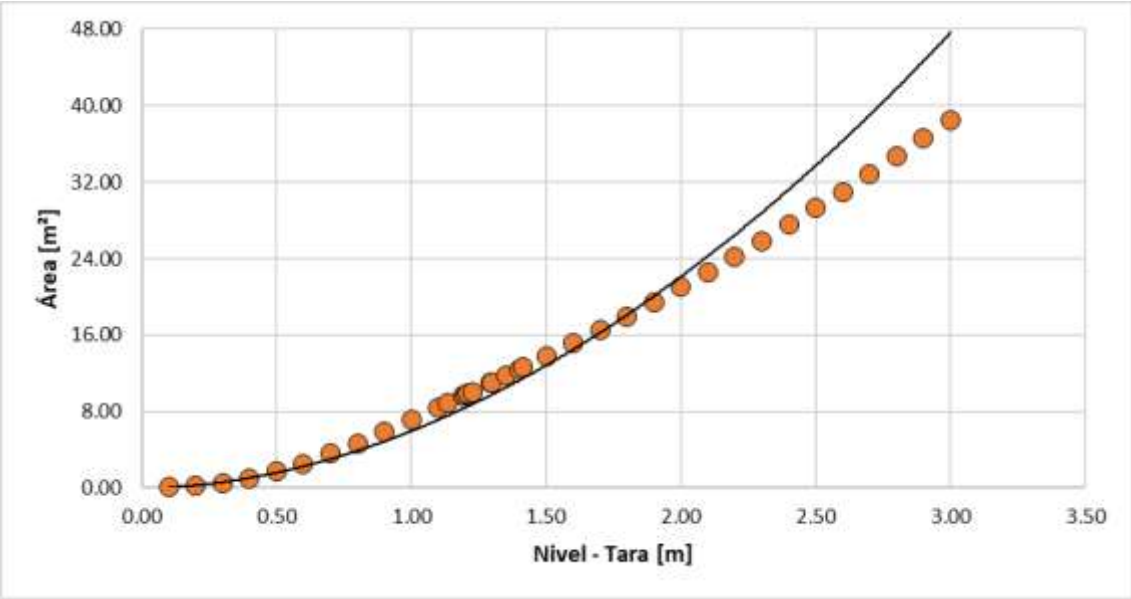


Figura 132. Relación nivel - área río Guacaica - El Jordán (nivel para una sección típica del cauce)

5.25 Río Rioclaro – La Guayana

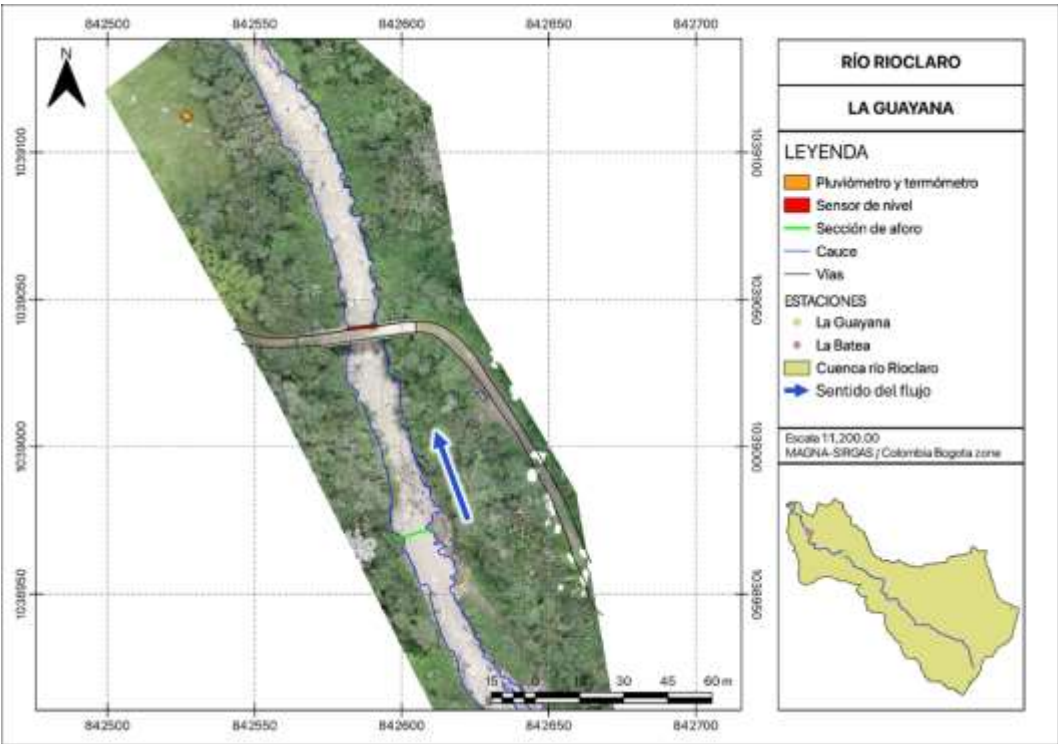
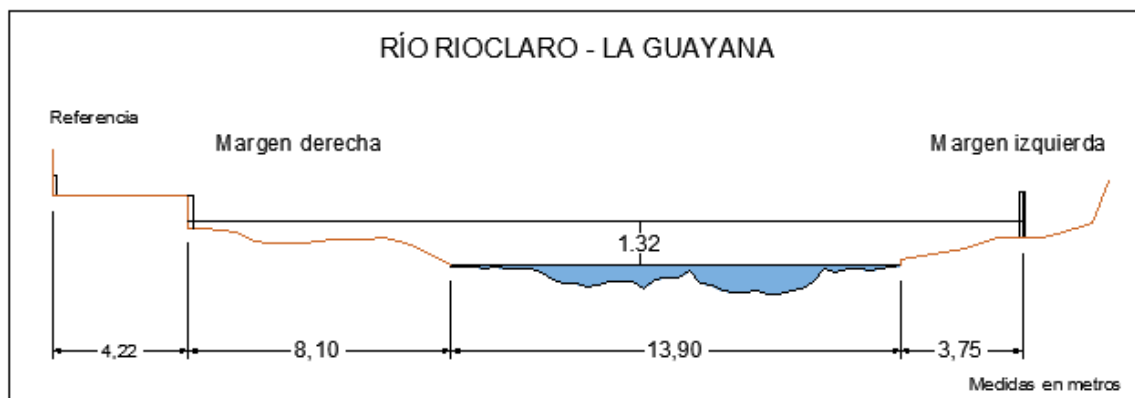


Figura 133. Vista en planta río Rioclaro - La Guayana



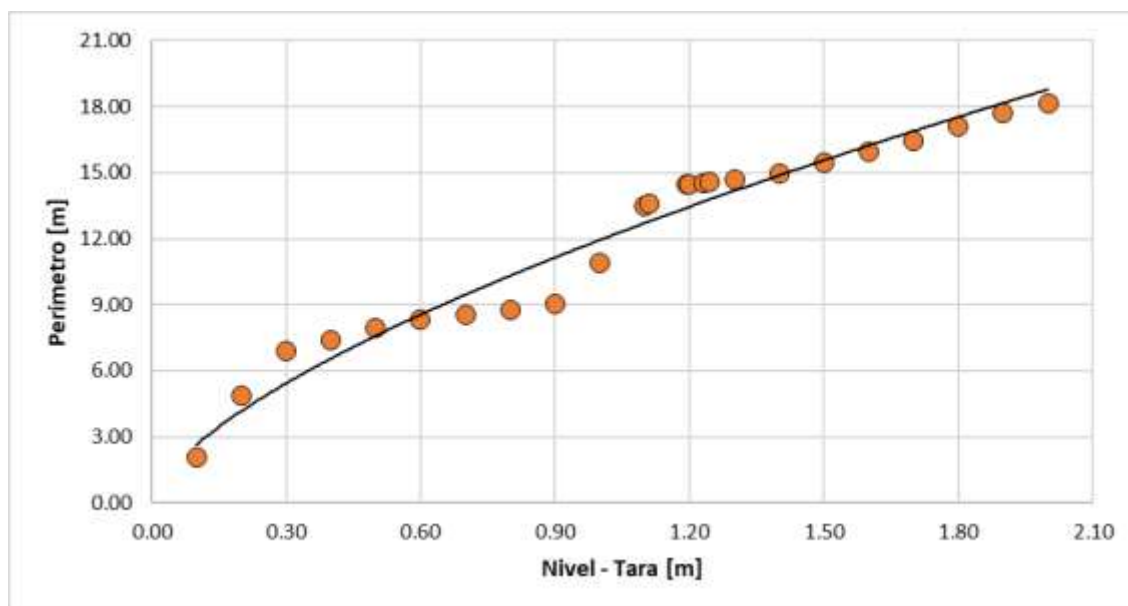
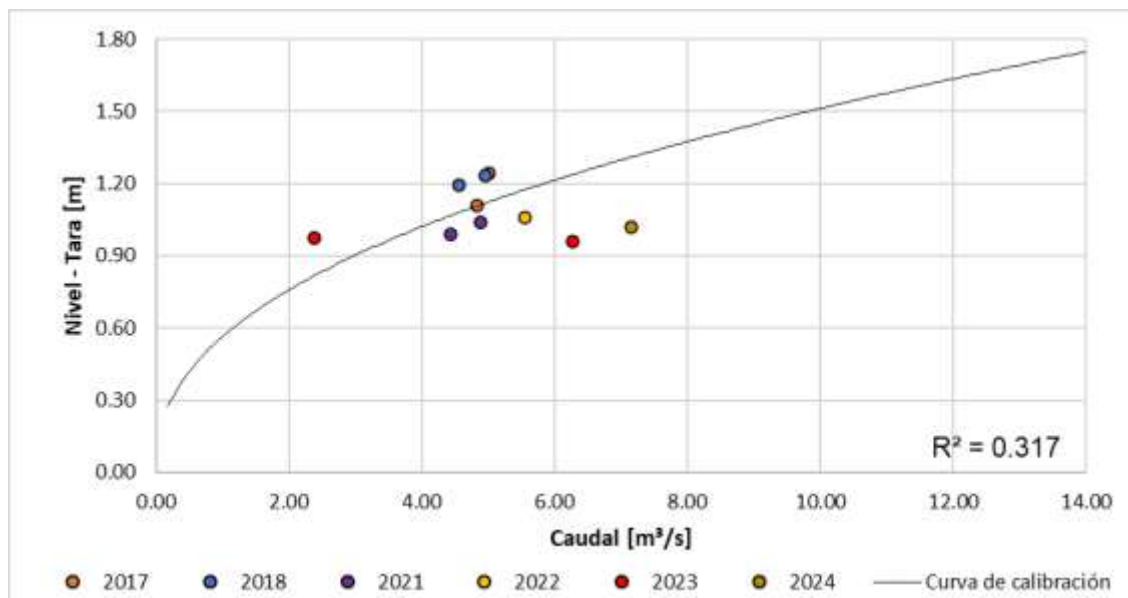
# INFORME DE AFOROS 2025

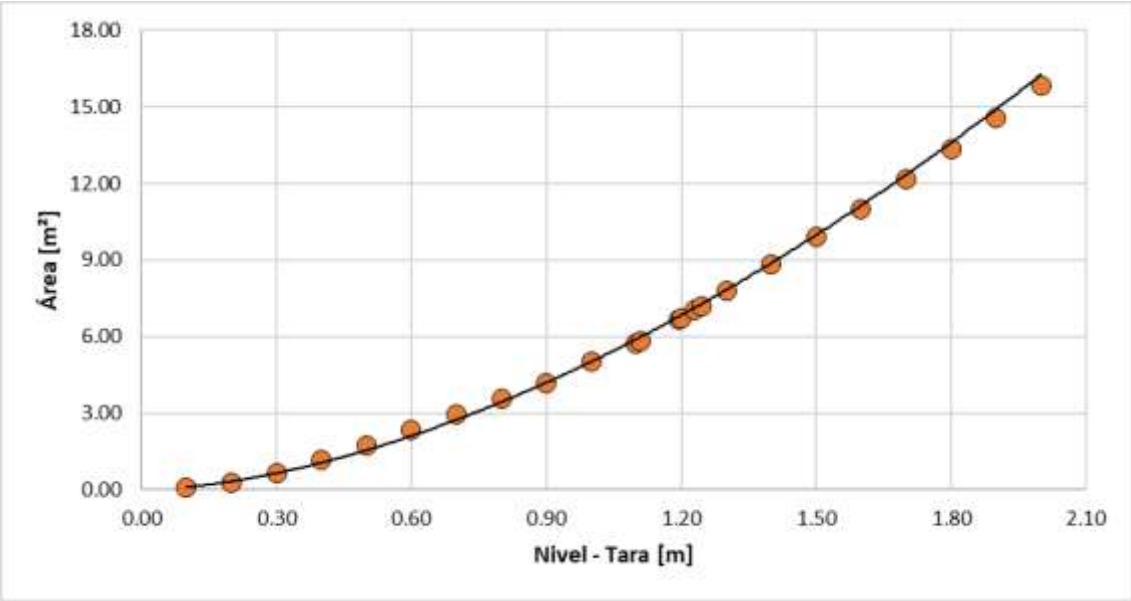


**Figura 134. Sección transversal típica río Rioclaro - La Guayana**

**Tabla 26. Resumen de resultados río Rioclaro - La Guayana**

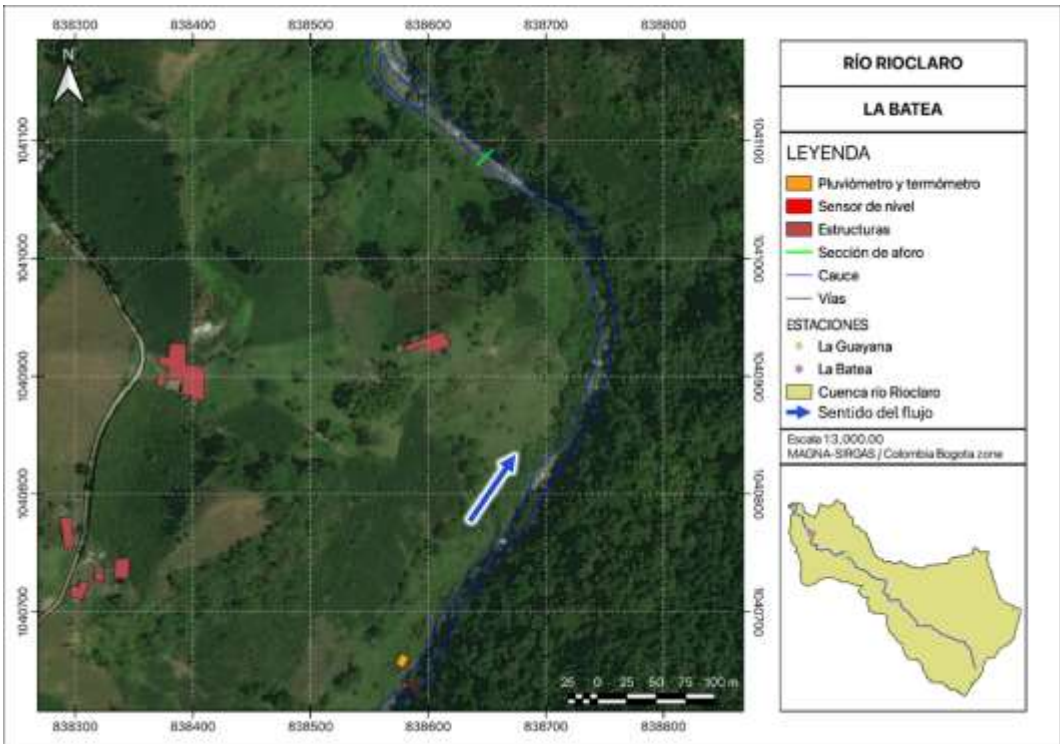
ESTACIÓN		RÍO RIOCLARO - VEREDA LA GUAYANA								
LATITUD	N 4° 56' 48.69"		LONGITUD		W 75° 29' 46.98"		ELEVACIÓN (msnm)		1860	
Fecha aforos (dd-mm-aa)	SECCIÓN DE AFORO				SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
8/11/2017	0.885	14.000	1.000	14.480	9.500	3.110	0.783	6.174	4.835	0.046
14/12/2017	0.895	13.800	1.000	14.293	9.260	3.245	0.749	6.692	5.010	1.286
12/01/2018	0.860	13.800	1.000	14.274	9.600	3.194	0.717	6.355	4.557	1.142
28/02/2018	0.897	13.900	0.700	14.900	9.440	3.234	0.807	6.143	4.957	1.199
5/04/2021	0.892	12.500	0.900	13.750	9.600	3.038	0.800	6.103	4.883	0.802
20/09/2021	0.831	13.020	1.000	13.810	9.650	2.988	0.721	6.145	4.428	0.800
13/07/2022	1.142	9.980	0.998	9.488	9.720	3.061	0.891	6.241	5.560	1.261
29/01/2023	0.960	11.700	1.170	12.052	9.800	2.976	0.371	6.426	2.385	1.142
6/09/2023	1.060	9.700	0.970	10.400	10.000	2.960	0.917	6.848	6.276	0.772
9/05/2024	1.080	0.720	0.985	9.850	10.150	3.020	1.043	0.281	7.162	2.710





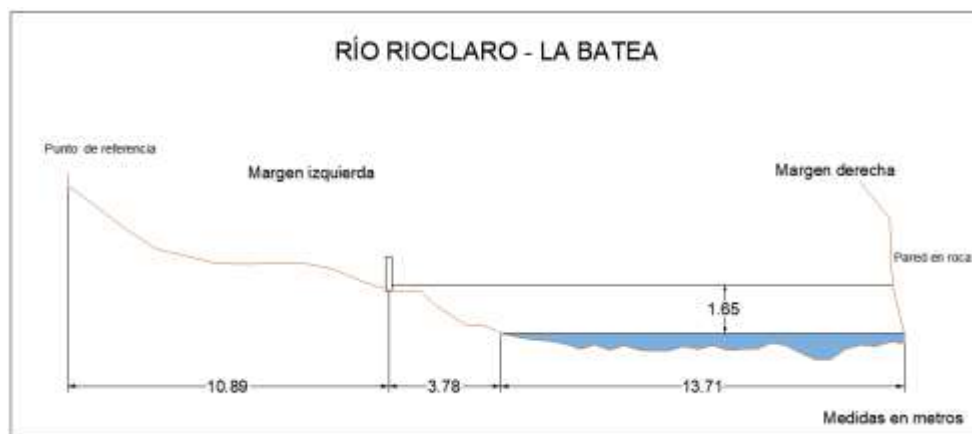
**Figura 137. Relación nivel - área río Rioclaro - La Guayana (nivel para una sección típica del cauce)**

**5.26 Río Rioclaro – La Batea**



**Figura 138. Vista en planta río Rioclaro - La Batea**

# INFORME DE AFOROS 2025

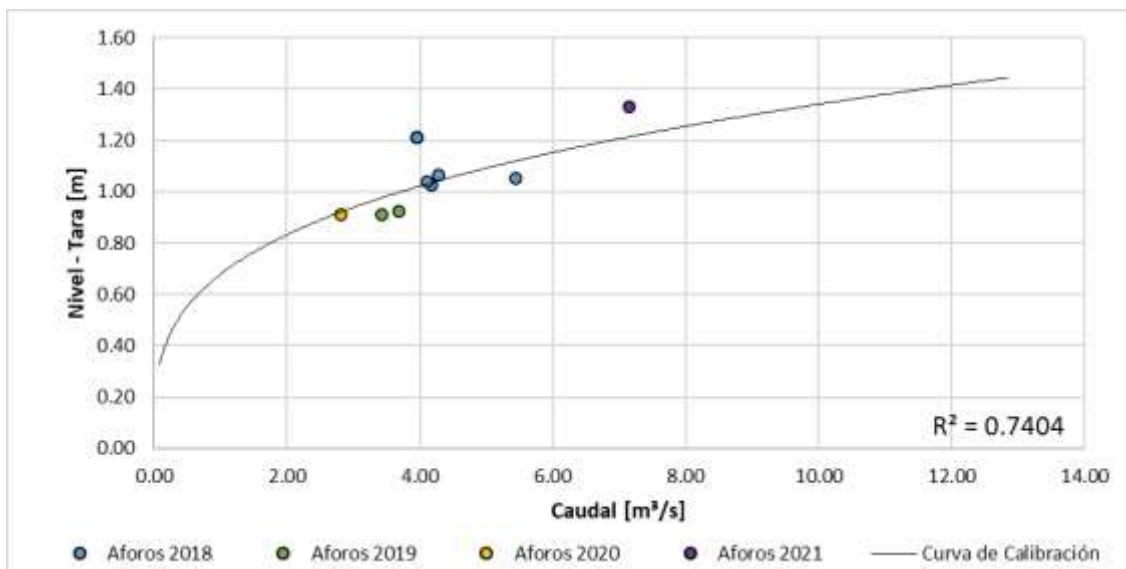


**Figura 139. Sección transversal típica río Rioclaro - La Batea, medidas correspondientes a uno de los aforos**

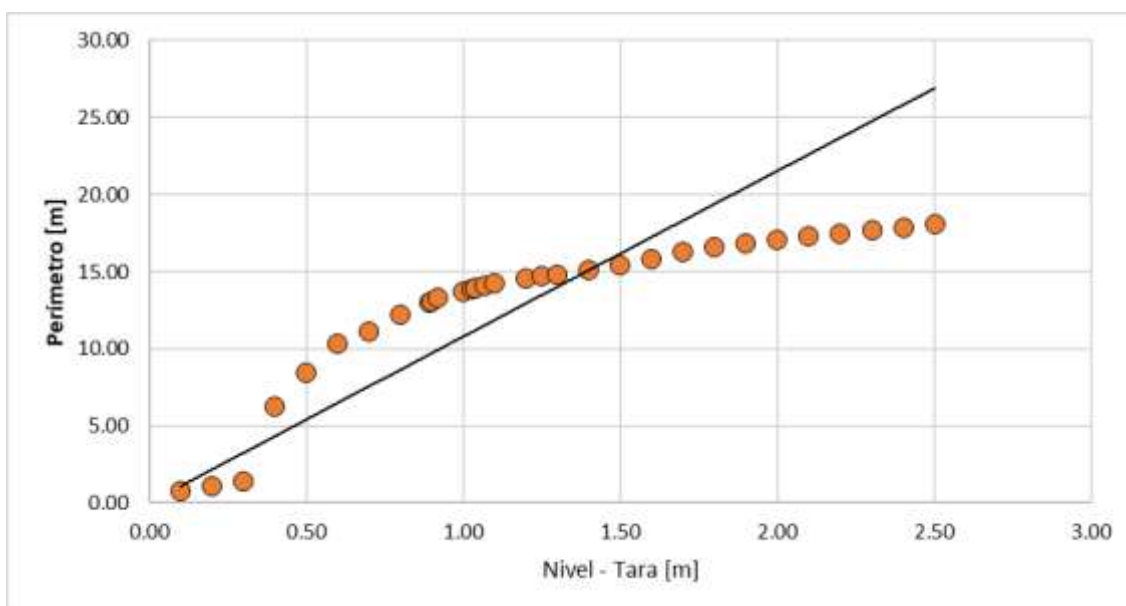
**Tabla 27. Resumen de resultados río Rioclaro - La Batea**

ESTACIÓN		RÍO RIOCLARO - LA BATEA								
LATITUD	N 4° 58' 20.28"		LONGITUD		W 75° 32' 2.23"		ELEVACIÓN (msnm)		1641	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR			RESULTADOS		
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
27/06/2018	0.736	13.440	1.000	14.098	5.965	3.052	0.987	5.518	5.447	1.347
26/07/2018	0.759	13.350	1.000	13.940	5.976	3.024	0.789	5.287	4.173	0.387
1/08/2018	0.886	13.710	1.000	14.550	5.933	3.067	0.640	6.688	4.277	0.014
3/08/2018	0.819	13.540	1.000	14.180	5.962	3.038	0.670	6.140	4.116	0.175
18/05/2018	0.600	13.600	0.900	14.140	5.750	3.210	0.817	4.847	3.961	2.169
20/06/2019	0.558	13.250	1.000	14.920	6.082	2.923	0.811	4.536	3.677	0.865
26/07/2019	0.498	13.000	1.000	13.430	6.108	2.909	0.776	4.415	3.426	0.737
11/12/2020	0.560	14.100	1.000	14.470	6.100	2.910	0.483	5.830	2.818	0.119
1/10/2021	0.584	13.000	1.000	13.520	5.665	3.336*	0.501	5.410	2.712	5.432
16/11/2021	0.750	13.900	1.000	14.350	5.687	3.330	1.069	6.686	7.145	0.899

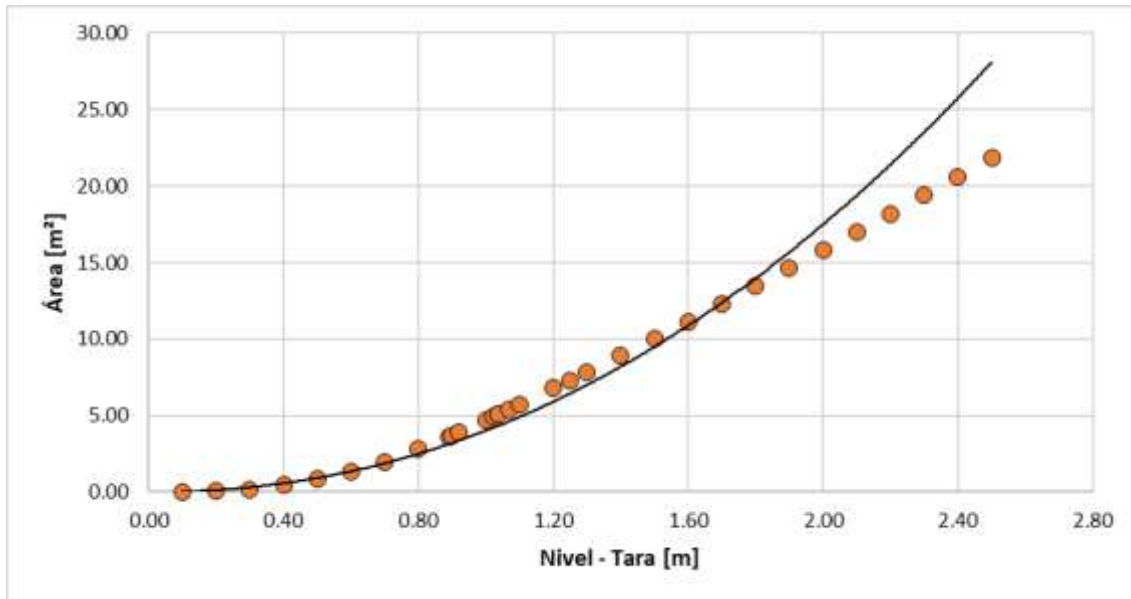
\*Nivel inconsistente respecto al caudal medido en campo



**Figura 140. Curva de calibración río Rioclaro - La Batea**

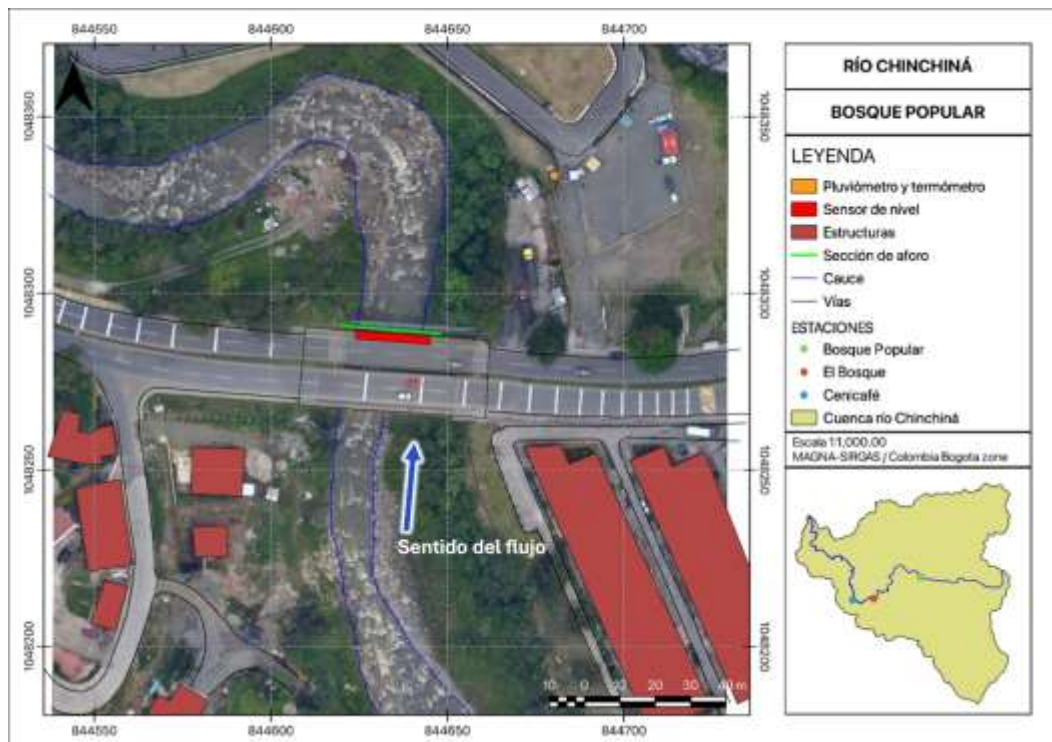


**Figura 141. Relación nivel - perímetro río Rioclaro - La batea (nivel para una sección típica del cauce)**



**Figura 142. Relación nivel - área río Rioclaro - La Batea (nivel para una sección típica del cauce)**

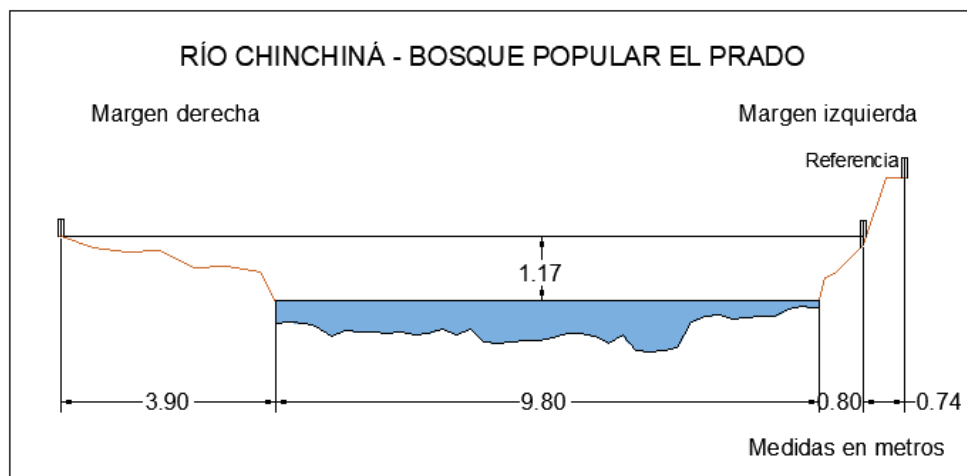
## 5.27 Río Chinchiná – Bosque popular



**Figura 143. Vista en planta río Chinchiná - Bosque Popular**



# INFORME DE AFOROS 2025

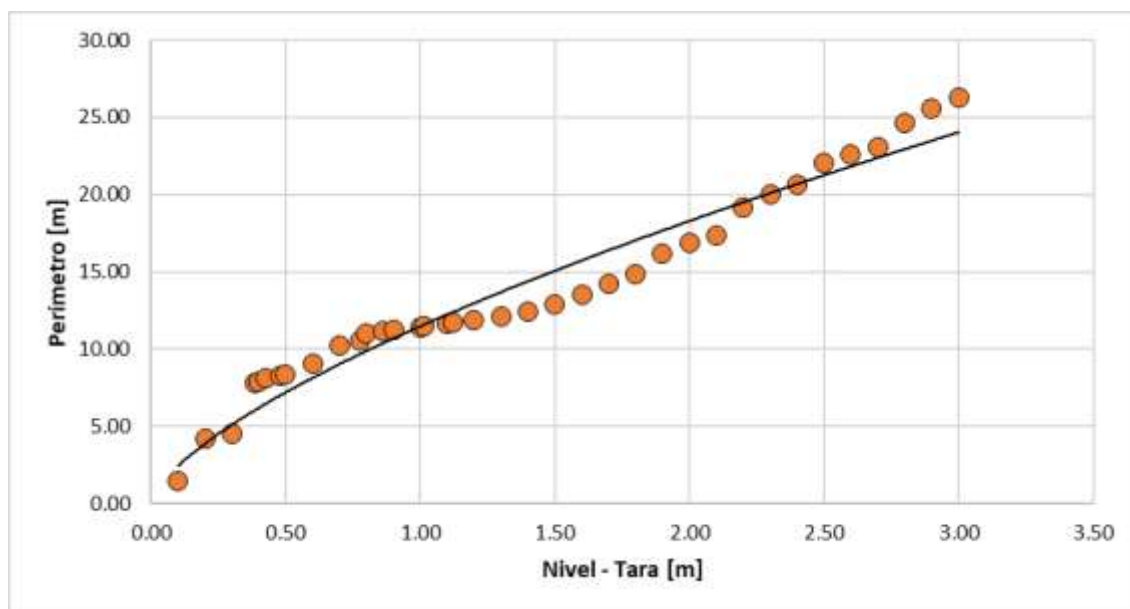
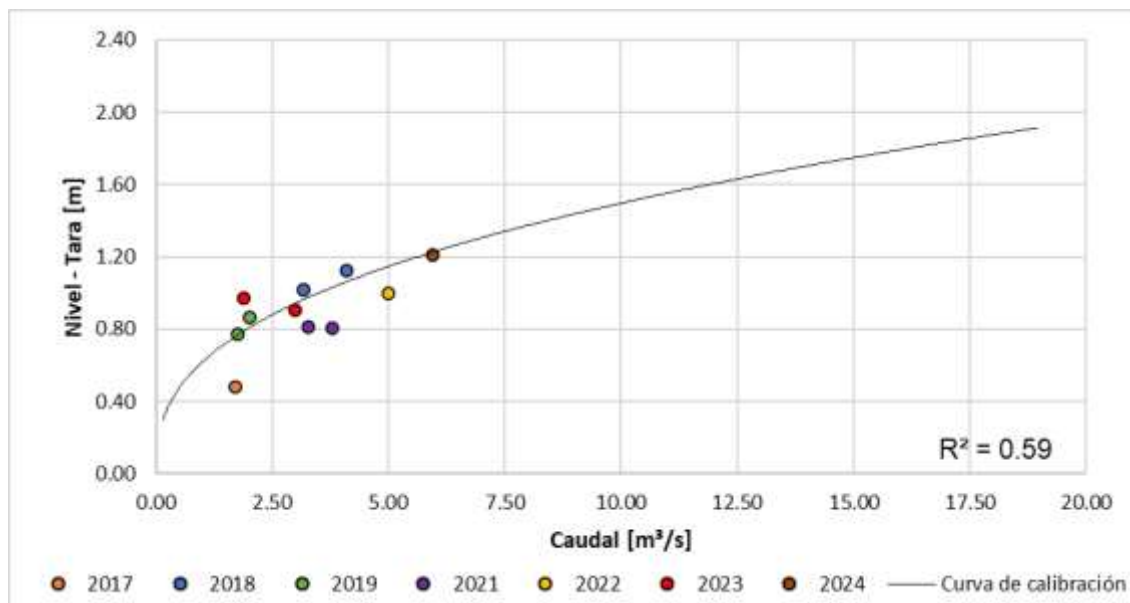


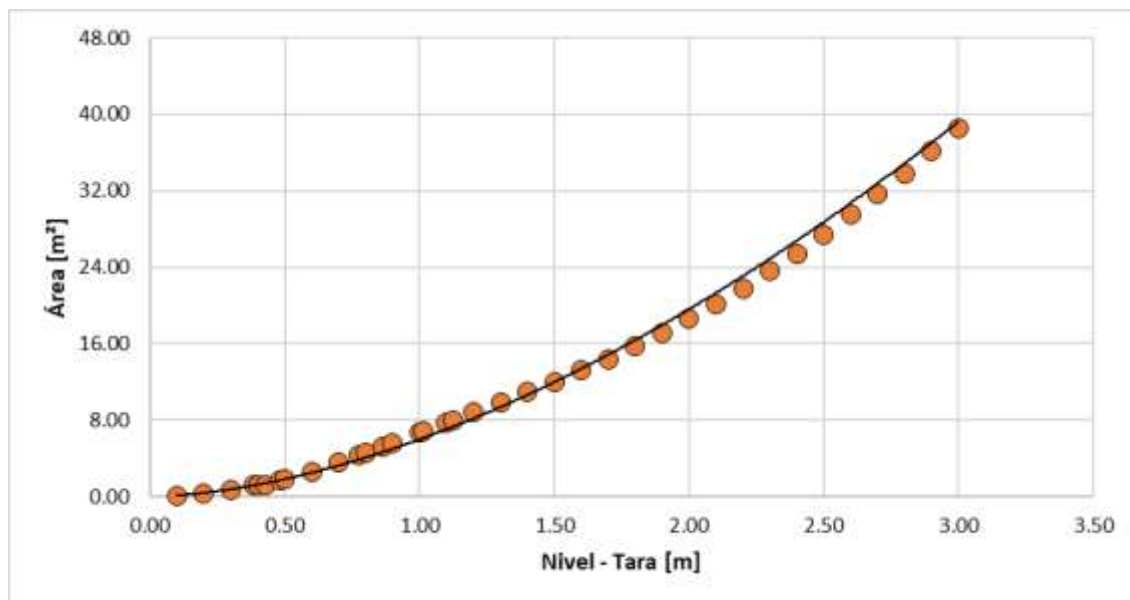
**Figura 144. Sección transversal típica río Chinchiná - Bosque Popular, medidas correspondientes a uno de los aforos**

**Tabla 28. Resumen de resultados río Chinchiná - Bosque Popular**

ESTACIÓN		RÍO CHINCHINA - BOSQUE POPULAR								
LATITUD	N 5° 1' 51.20"		LONGITUD		W 75° 28' 42.76"		ELEVACIÓN (msnm)			
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
19/10/2017	0.790	10.000	0.400	10.610	9.960	2.482	0.323	5.315	1.716	1.142
22/02/2018	1.195	9.700	0.500	12.160	9.210	3.123	0.585	7.011	4.099	0.288
7/03/2018	0.850	9.750	0.600	11.050	9.960	2.483*	0.551	5.214	2.872	2.295
23/03/2018	0.930	9.800	0.500	11.140	9.910	2.532*	0.572	5.275	3.018	2.291
7/05/2018	0.894	11.050	0.800	11.560	9.320	3.016	0.579	5.495	3.184	0.262
24/06/2019	0.821	10.850	0.800	11.410	9.430	2.863	0.489	4.136	2.024	0.304
3/08/2019	0.680	10.400	0.800	10.910	9.550	2.775	0.553	3.177	1.757	0.039
12/04/2021	0.810	10.700	1.000	11.890	9.820	2.804	0.799	4.750	3.796	1.831
16/09/2021	0.664	11.200	1.000	11.910	8.690	2.815	0.851	3.860	3.285	1.257
12/07/2022	0.685	13.270	1.330	13.660	8.700	2.998	1.066	4.699	5.009	1.708
4/02/2023	0.920	13.500	1.350	14.389	8.650	2.907	0.579	5.159	2.985	0.361
6/09/2023	0.600	9.500	0.950	9.800	9.211	2.971	0.508	3.733	1.896	3.077
21/05/2024	0.800	16.000	1.600	16.310	8.540	3.211	0.808	7.358	5.956	1.019

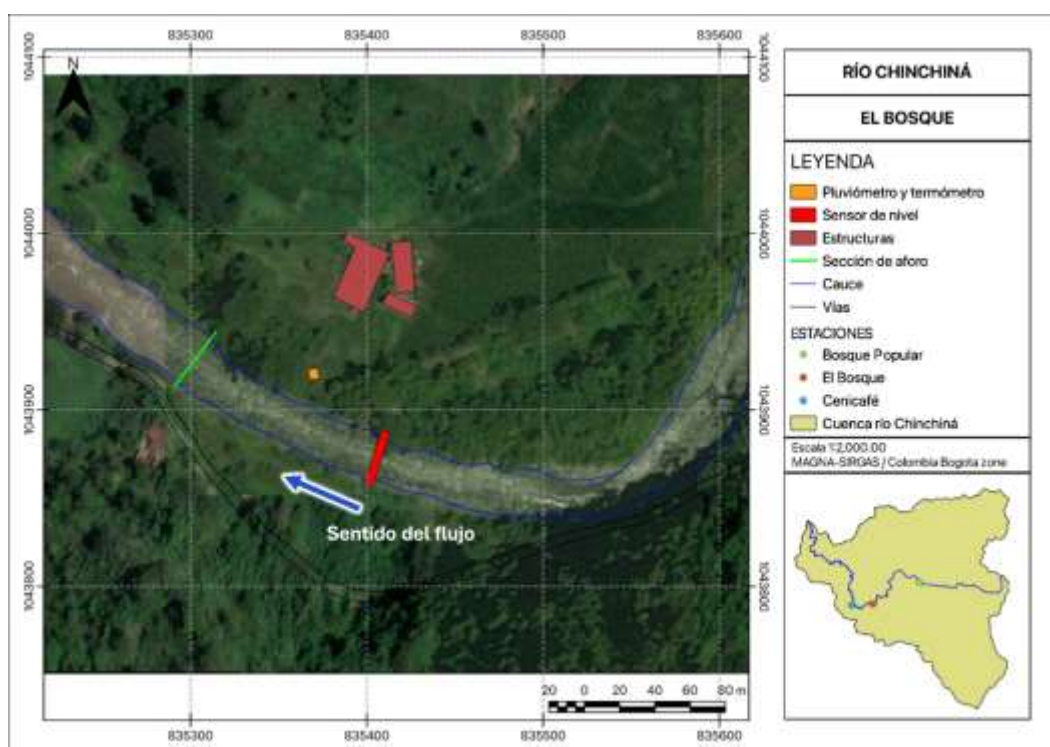
\*Nivel inconsistente respecto al caudal medido en campo





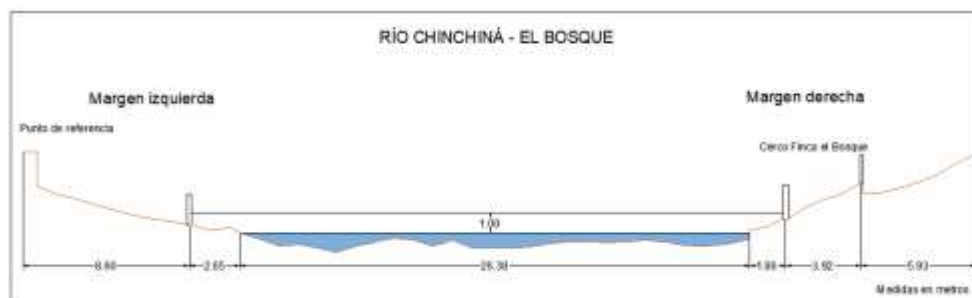
**Figura 147. Relación nivel - área río Chinchiná - Bosque Popular (nivel para una sección típica del cauce)**

## 5.28 Río Chinchiná – El Bosque



**Figura 148. Vista en planta río Chinchiná - El Bosque**

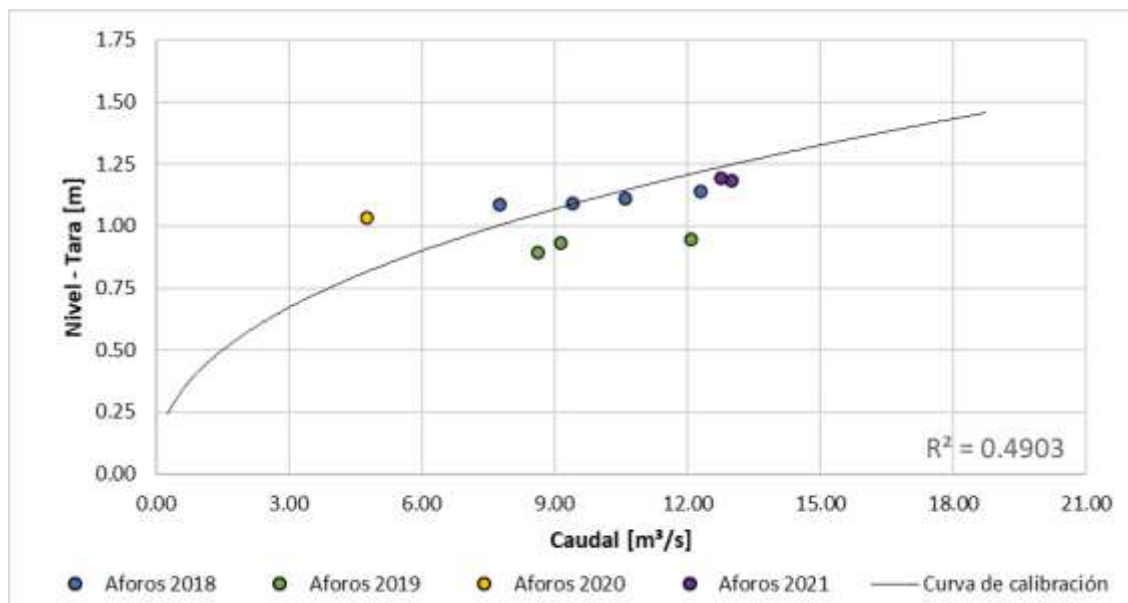
# INFORME DE AFOROS 2025



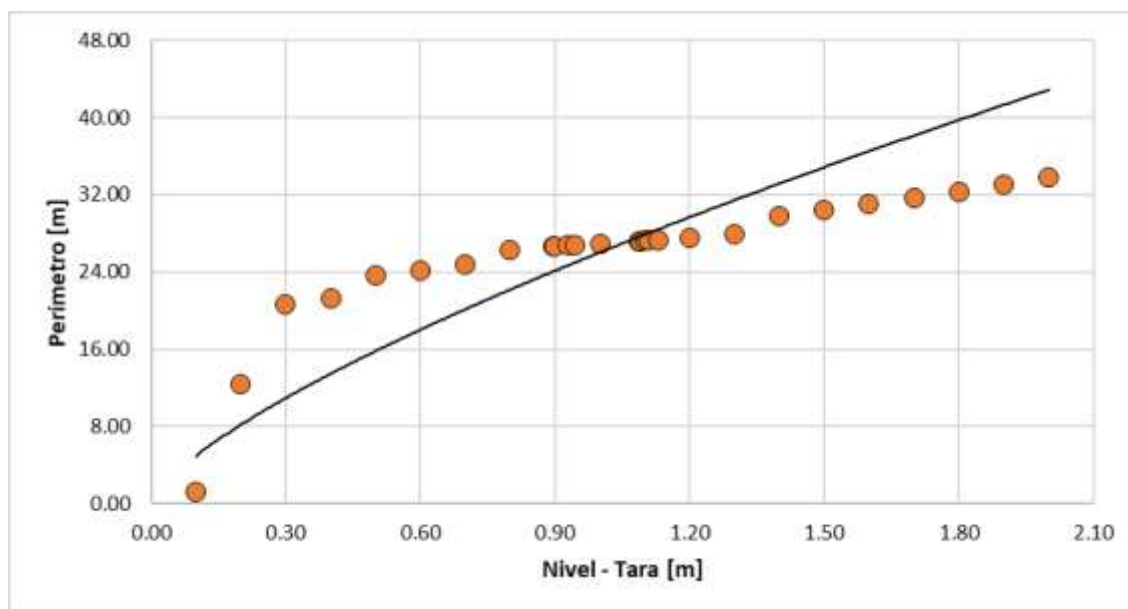
**Figura 149. Sección transversal típica río Chinchiná - El bosque, medidas correspondientes a uno de los aforos**

**Tabla 29. Resumen de resultados río Chinchiná - El Bosque**

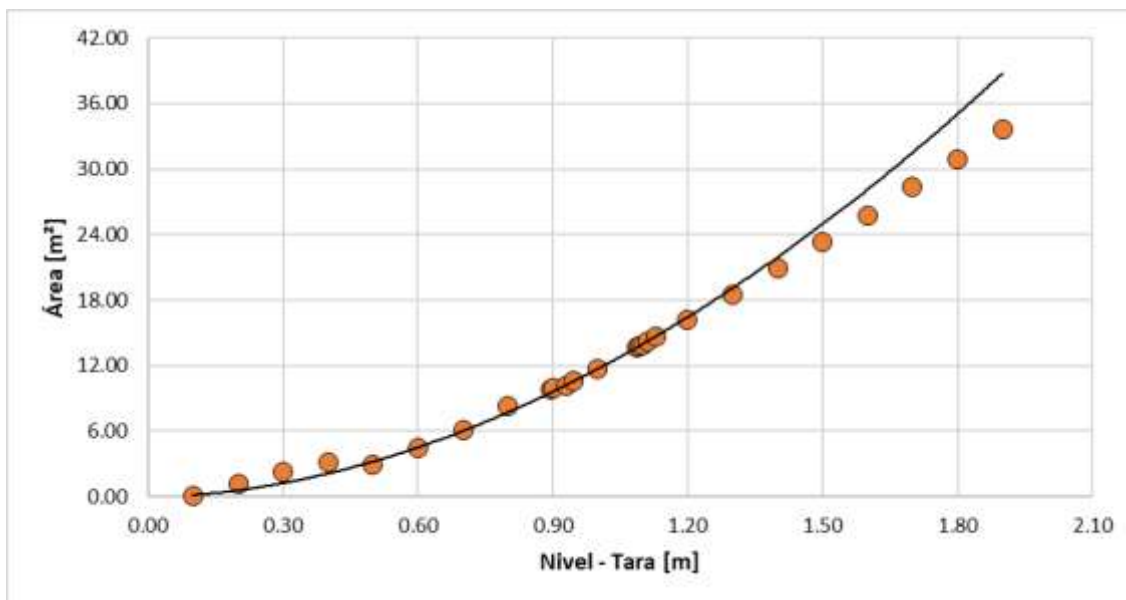
ESTACIÓN		RÍO CHINCHINÁ - EL BOSQUE								
LATITUD	N 4° 59' 40.28"		LONGITUD		W 75° 33' 55.95"		ELEVACIÓN (msnm)		1387	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
25/06/2018	0.852	26.150	2.000	26.820	9.510	3.089	0.683	11.379	7.767	1.909
12/07/2018	1.004	26.380	2.000	27.210	9.530	3.113	0.711	14.911	10.607	0.353
31/07/2018	1.103	26.500	2.000	27.300	9.400	3.139	0.737	16.685	12.302	1.398
2/08/2018	0.950	26.150	2.000	26.840	9.450	3.092	0.717	13.111	9.397	0.347
7/11/2019	0.750	24.900	2.000	25.520	9.600	2.930	0.700	13.065	9.150	2.747
27/11/2019	0.820	25.600	2.000	26.150	9.650	2.945	0.869	13.912	12.095	5.405
11/12/2019	0.730	24.900	2.000	25.420	9.560	2.895	0.648	13.302	8.621	2.831
10/12/2020	0.860	25.800	2.000	26.340	9.500	3.035	0.344	13.228	4.762	3.720
4/12/2021	1.027	25.900	2.000	26.350	9.350	3.182	0.821	15.821	12.988	0.980
4/12/2021	1.022	26.300	2.000	26.870	9.360	3.194	0.777	16.393	12.745	0.429



**Figura 150. Curva de calibración río Chinchiná - El Bosque**

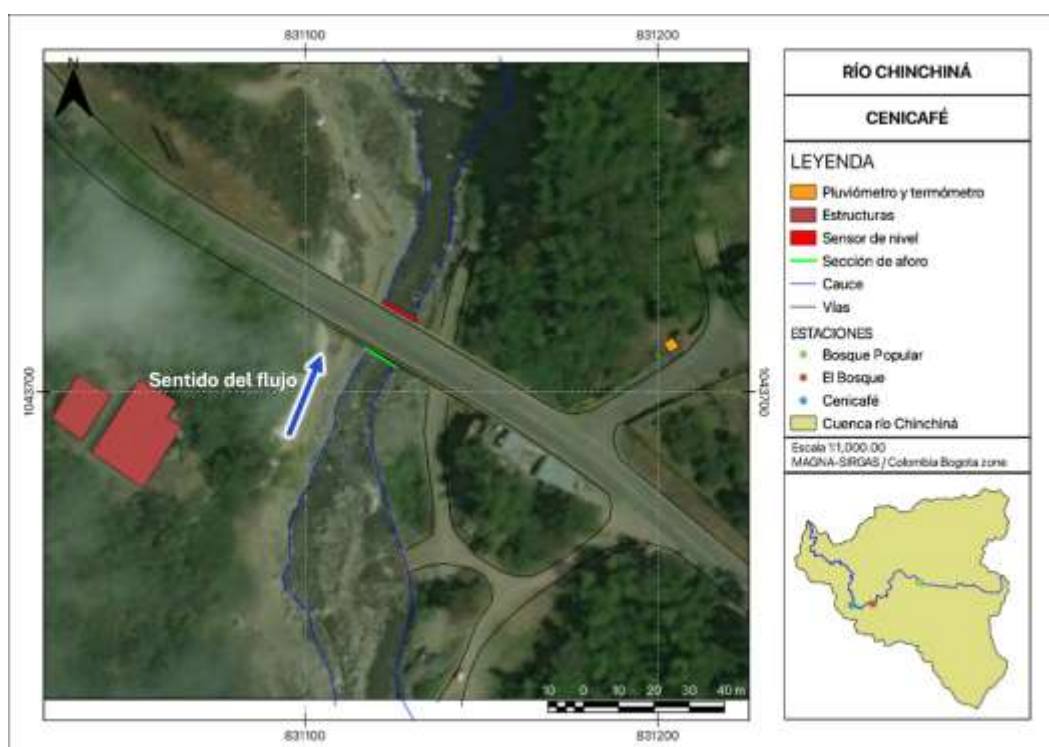


**Figura 151. Relación nivel - perímetro río Chinchiná - El Bosque (nivel para una sección típica del cauce)**



**Figura 152. Relación nivel - área río Chinchiná - El Bosque (nivel para una sección típica del cauce)**

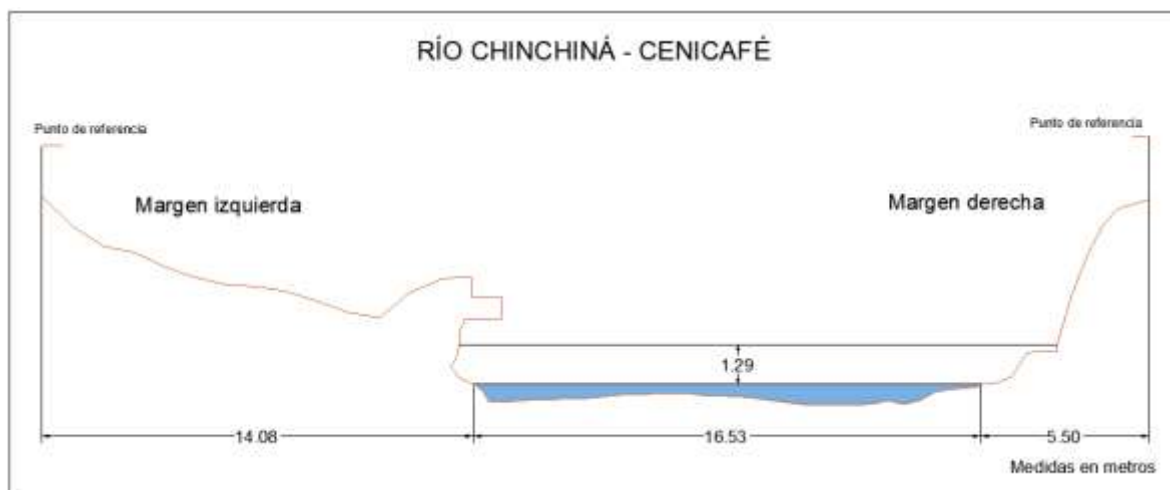
## 5.29 Río Chinchiná – Cenicafé



**Figura 153. Vista en planta río Chinchiná – Cenicafé**



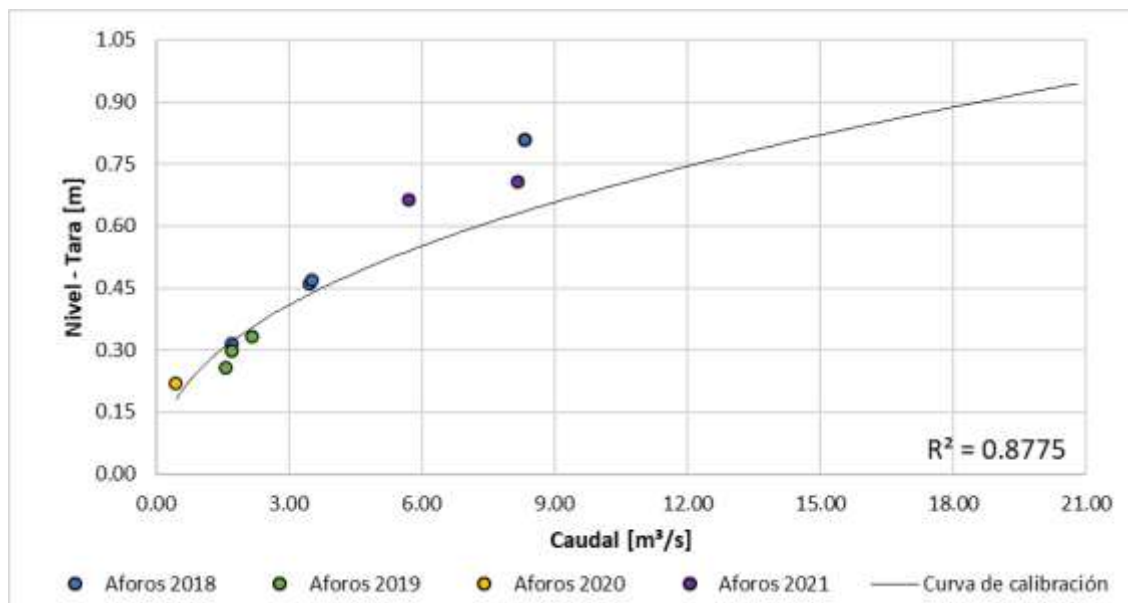
# INFORME DE AFOROS 2025



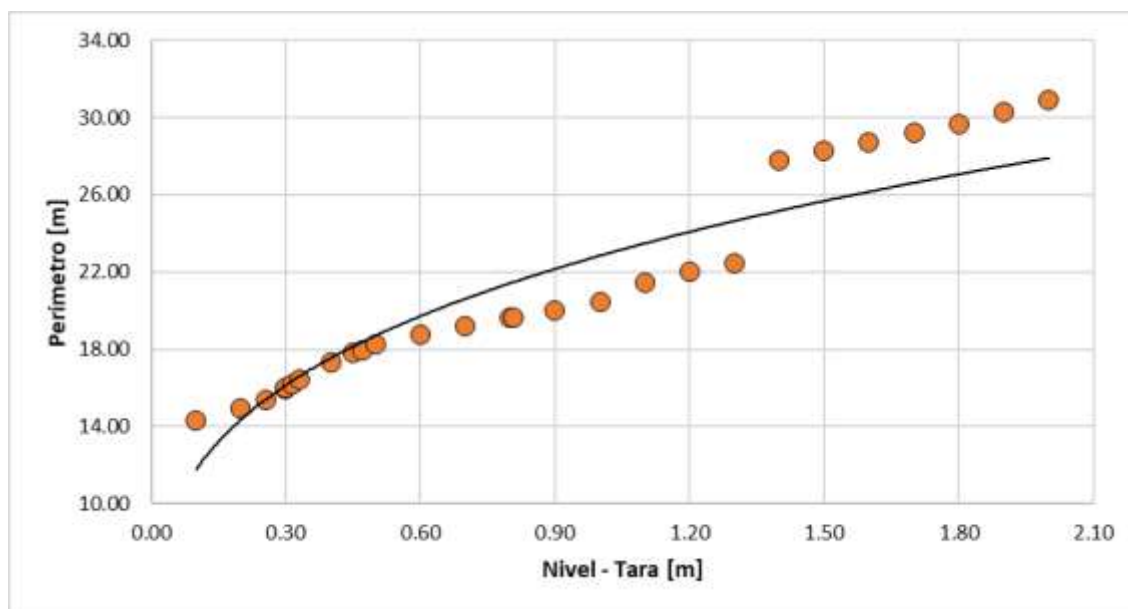
**Figura 154. Sección transversal río Chinchiná - Cenicafé, medidas correspondientes a uno de los aforos**

**Tabla 30. Resumen de resultados río Chinchiná - Cenicafé**

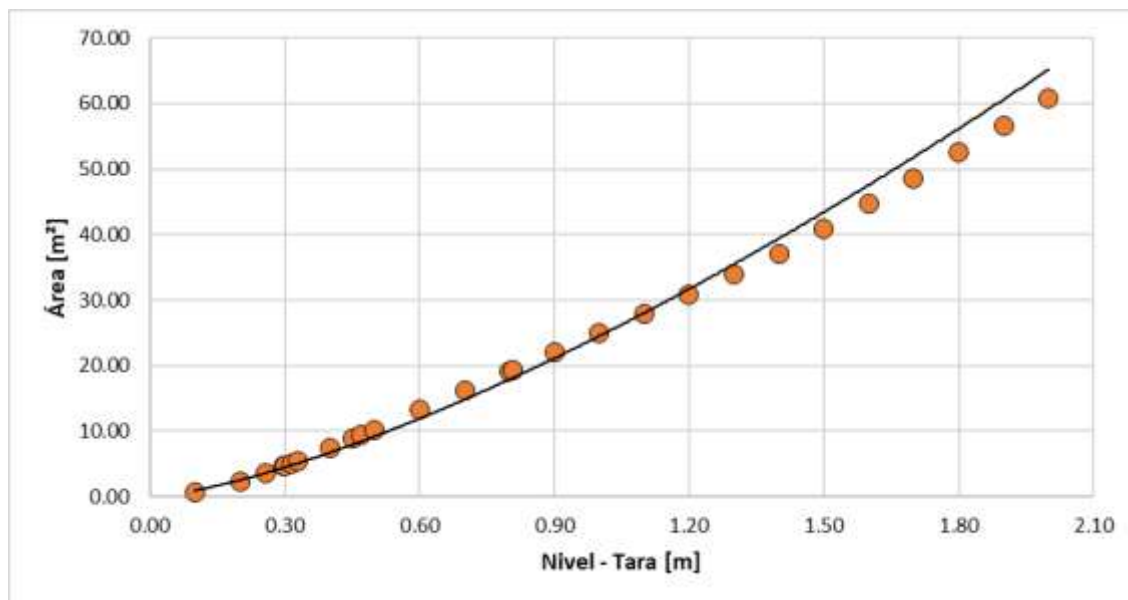
ESTACIÓN		RÍO CHINCHINÁ - CENICAFÉ								
LATITUD	N 4° 59' 32.45"		LONGITUD		W 75° 36' 11.09"		ELEVACIÓN (msnm)		1293	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
23/06/2018	0.620	16.530	1.000	16.940	11.790	2.459	0.505	6.891	3.477	0.046
23/06/2018	0.922	18.000	1.000	18.460	11.250	2.808	0.712	11.665	8.342	3.676
12/07/2018	0.495	15.200	1.000	15.570	12.050	2.316	0.389	4.425	1.722	0.155
28/07/2018	0.818	17.400	1.000	17.890	11.690	2.470	0.369	9.494	3.512	0.194
21/10/2019	0.460	11.100	1.000	11.590	11.850	2.256	0.409	3.882	1.589	0.599
7/11/2019	0.590	12.000	1.000	12.540	11.800	2.299	0.397	4.327	1.717	0.333
10/12/2019	0.640	13.700	1.000	13.210	11.750	2.333	0.424	5.140	2.177	0.424
10/12/2020	0.780	11.800	1.000	12.620	11.850	2.219	0.100	4.336	0.455	0.251
18/11/2021	1.040	18.400	1.500	18.710	11.486	2.663	0.492	11.597	5.705	2.121
28/11/2021	1.085	18.460	1.500	18.890	11.441	2.708	0.598	13.655	8.168	0.858



**Figura 155. Curva de calibración río Chinchiná – Cenicafé**

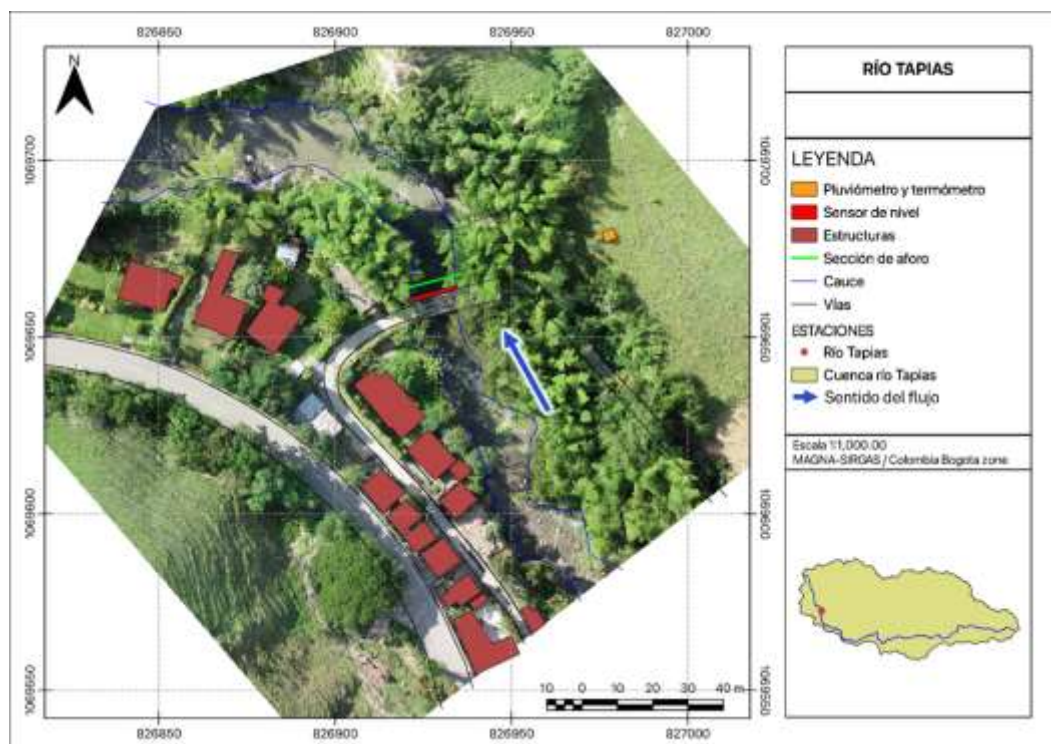


**Figura 156. Relación nivel - perímetro río Chinchiná – Cenicafé (nivel para una sección típica del cauce)**



**Figura 157. Relación nivel - área río Chinchiná – Cenicafé (nivel para una sección típica del cauce)**

### 5.30 Río Tapias



**Figura 158. Vista en planta río Tapias**

INFORME DE AFOROS 2025

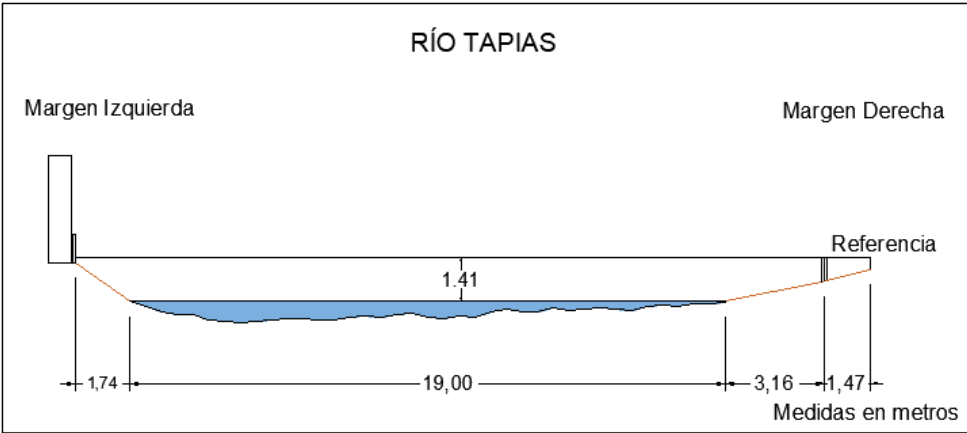
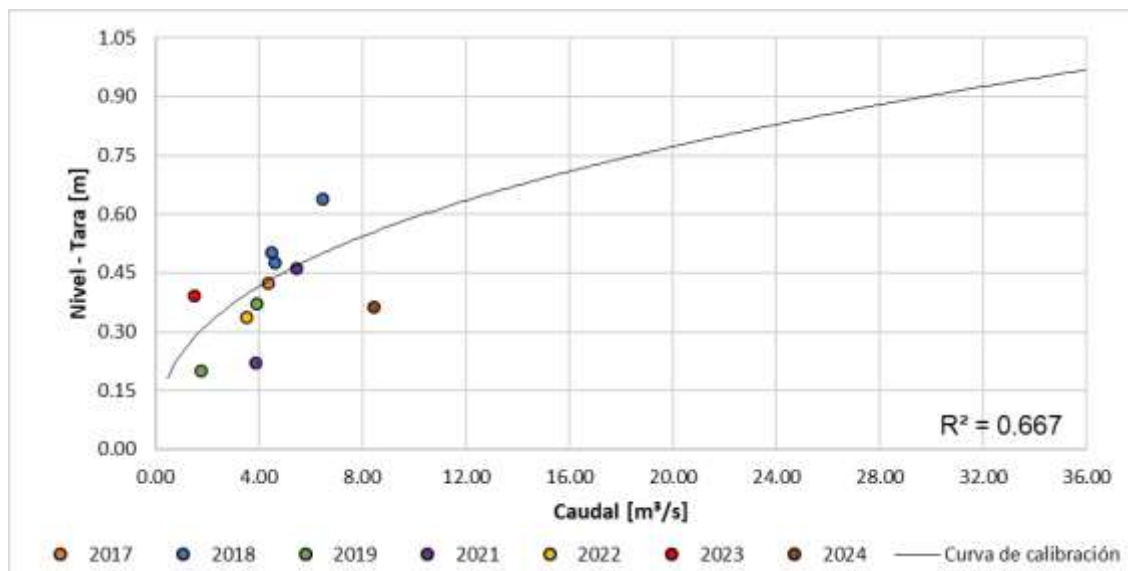


Figura 159. Sección transversal típica río Tapias

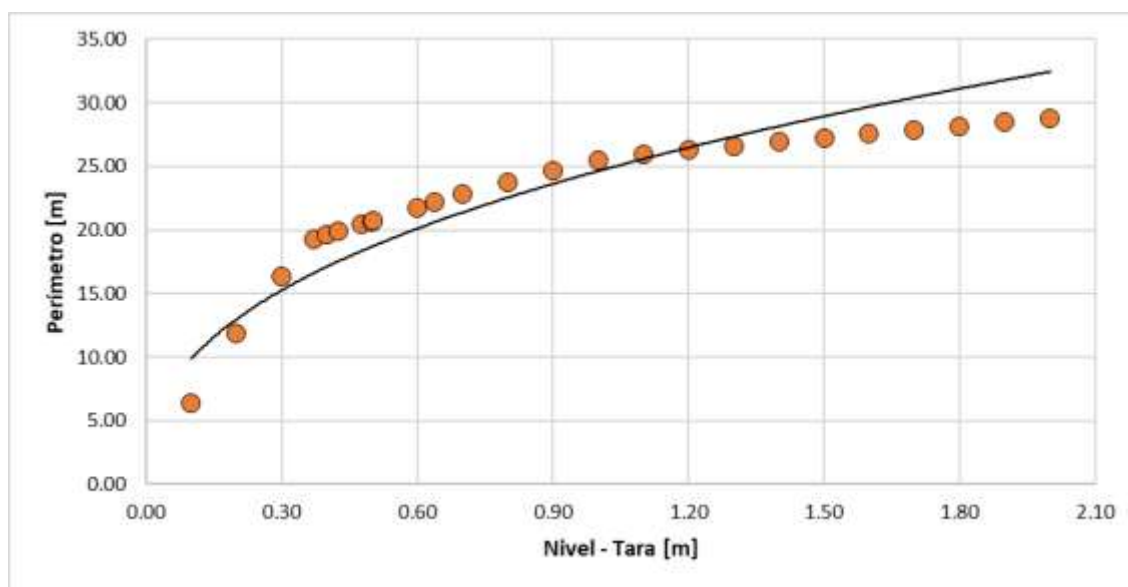
Tabla 31. Resumen de resultados río tapias

ESTACIÓN					RÍO TAPIAS					
LATITUD	N 5° 13' 21.63"		LONGITUD		W 75° 38' 15.87"		ELEVACIÓN (msnm)		842	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
13/11/2017	0.585	18.000	1.800	18.200	2.950	2.424	0.705	6.158	4.341	0.209
2/02/2018	0.560	19.000	1.000	19.190	2.870	2.476	0.837	5.529	4.628	0.862
23/02/2018	0.740	20.250	1.000	20.580	2.780	2.638	0.796	8.106	6.451	4.874
1/03/2018	0.670	19.000	1.000	19.310	2.900	2.503	0.624	7.188	4.488	1.812
25/06/2019	0.500	14.460	1.000	14.250	3.050	2.371	0.706	5.518	3.893	0.925
2/08/2019	0.480	14.000	1.000	14.400	3.200	2.200	0.536	3.255	1.745	1.099
31/03/2021	0.729	17.000	1.500	17.840	2.910	2.460	0.736	7.432	5.466	0.419
22/09/2021	0.755	14.600	1.100	15.220	3.200	2.220	0.639	6.019	3.846	3.027
14/07/2022	0.685	13.190	1.319	13.398	4.540	2.338	0.596	5.914	3.525	1.172
1/02/2023	0.900	16.000	1.600	16.930	4.430	2.286*	0.914	7.360	6.730	5.165
9/09/2023	0.420	10.600	1.060	10.692	4.250	2.391	0.460	3.259	1.500	1.888
14/05/2024	1.510	12.600	1.260	13.608	3.000	2.362	0.848	9.941	8.431	5.638

\*Nivel inconsistente respecto al caudal medido en campo



**Figura 160. Curva de calibración río Tapias**



**Figura 161. Relación nivel - Perímetro río Tapias (nivel para una sección típica del cauce)**

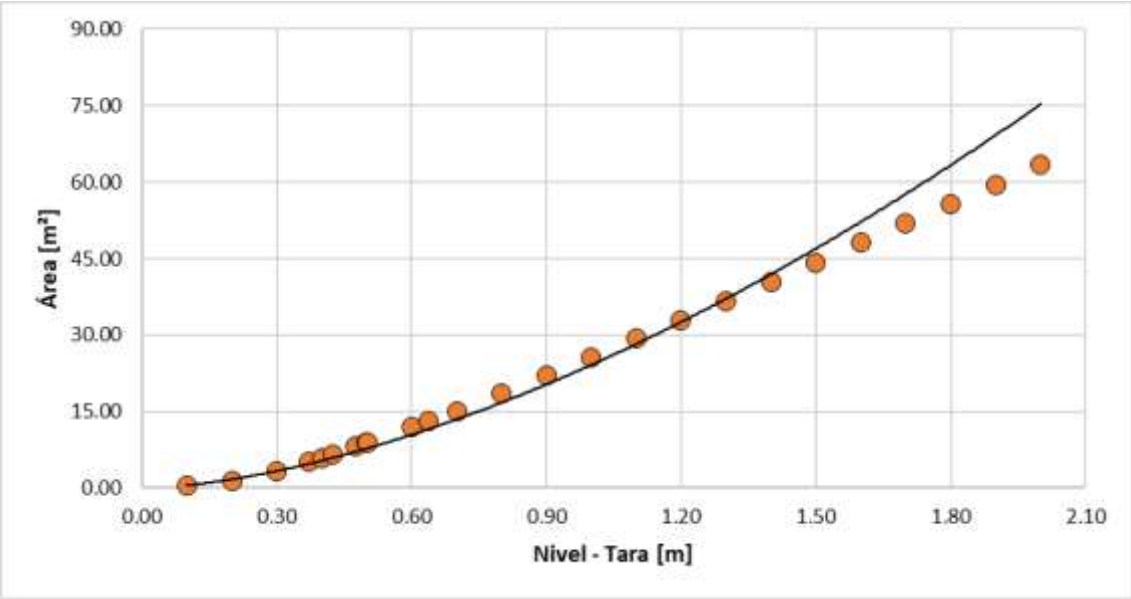


Figura 162. Relación nivel - área río Tapias (nivel para una sección típica del cauce)

5.31 Río Supía - Supía

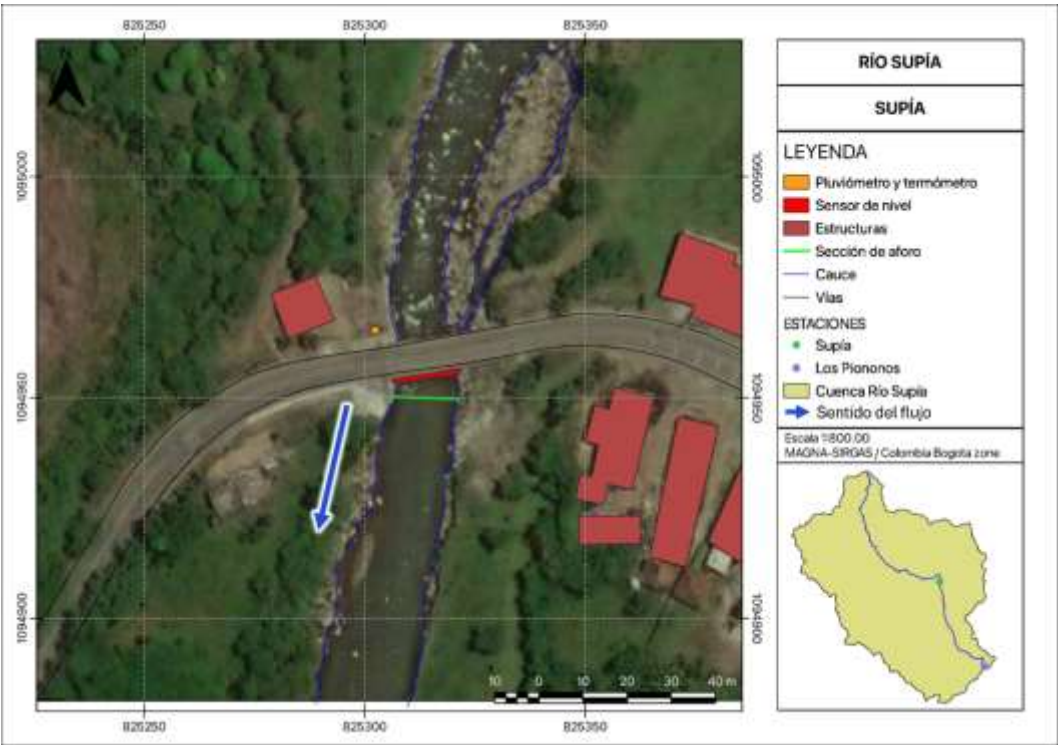


Figura 163. Vista en planta río Supía – Supía



# INFORME DE AFOROS 2025

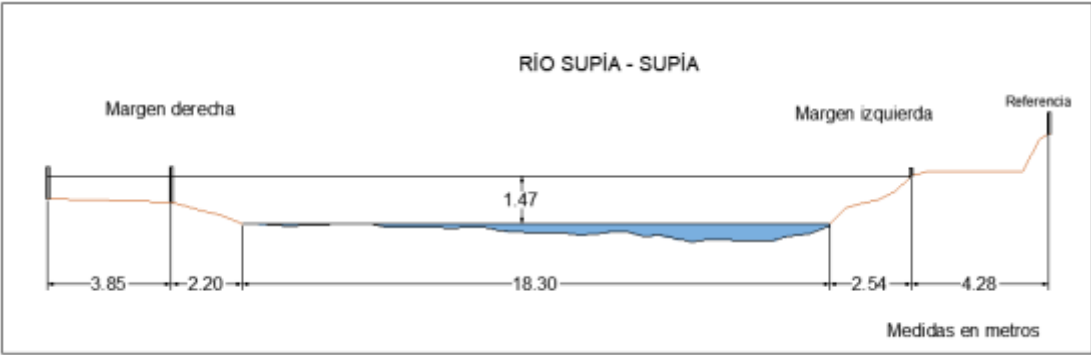


Figura 164. Sección transversal típica río Supía - Supía

Tabla 32. Resumen de resultados río Supía - Supía

ESTACIÓN					RÍO SUPÍA - SUPÍA						
LATITUD	N 5° 27' 7.55"		LONGITUD		W 75° 39' 14.07"		ELEVACIÓN (msnm)		1186		
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS				
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal	
	13/11/2017	0.798	19.250	1.000	19.910	4.550	2.404	0.813	8.794	7.150	1.218
	17/01/2018	1.045	20.500	1.000	21.230	4.310	2.748	0.925	12.188	11.273	15.568
	3/02/2018	0.686	18.570	1.000	19.030	4.660	2.391	0.703	6.215	4.368	1.110
	13/03/2018	0.540	18.300	1.000	18.530	4.800	2.213	0.483	4.282	2.067	0.828

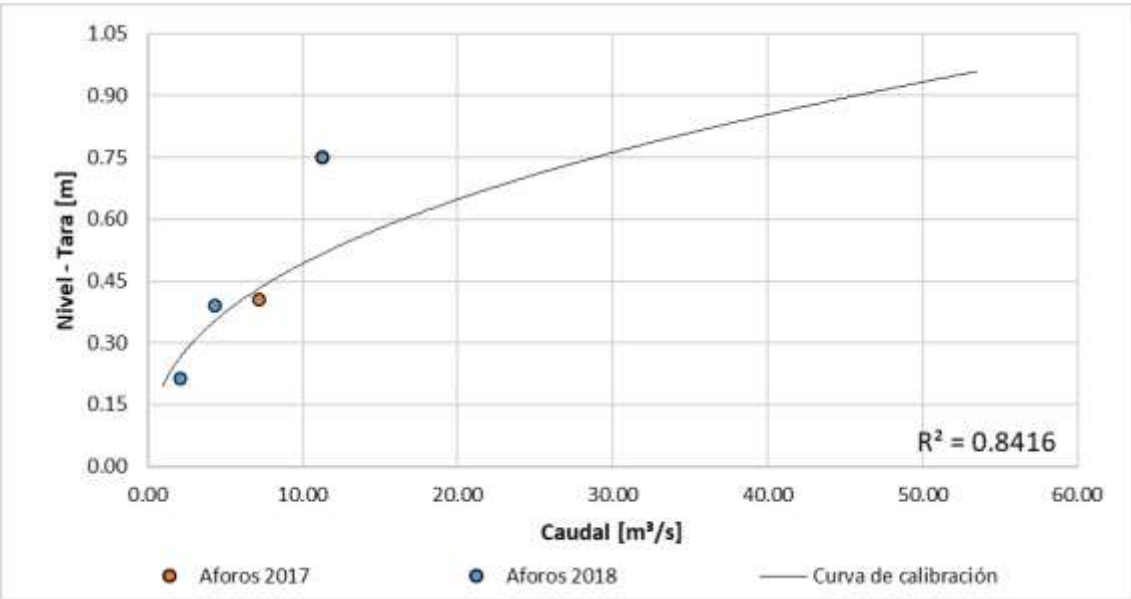
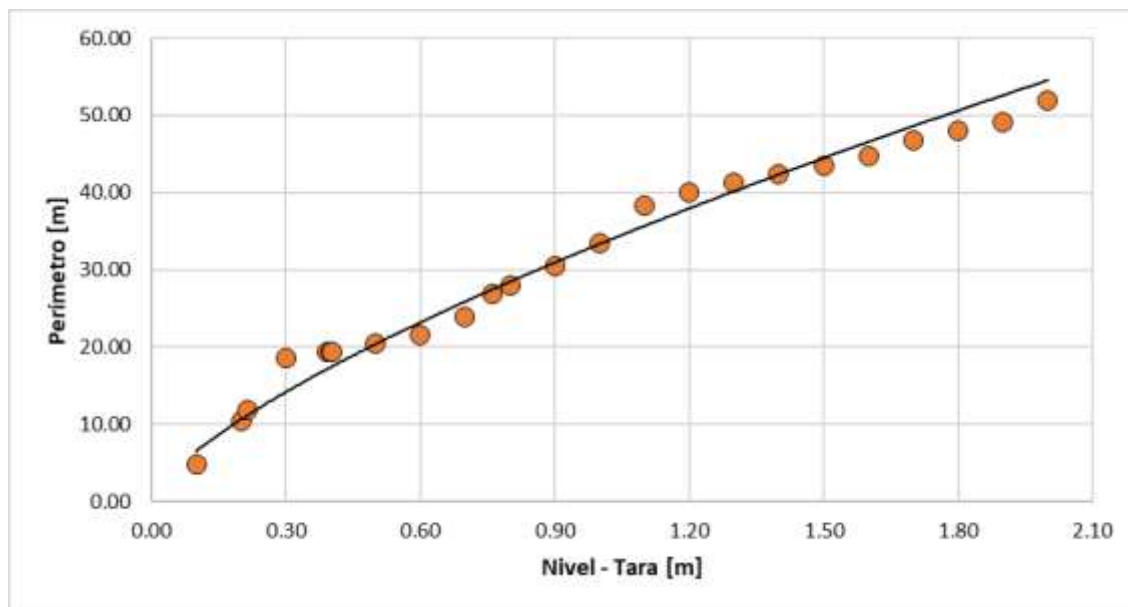
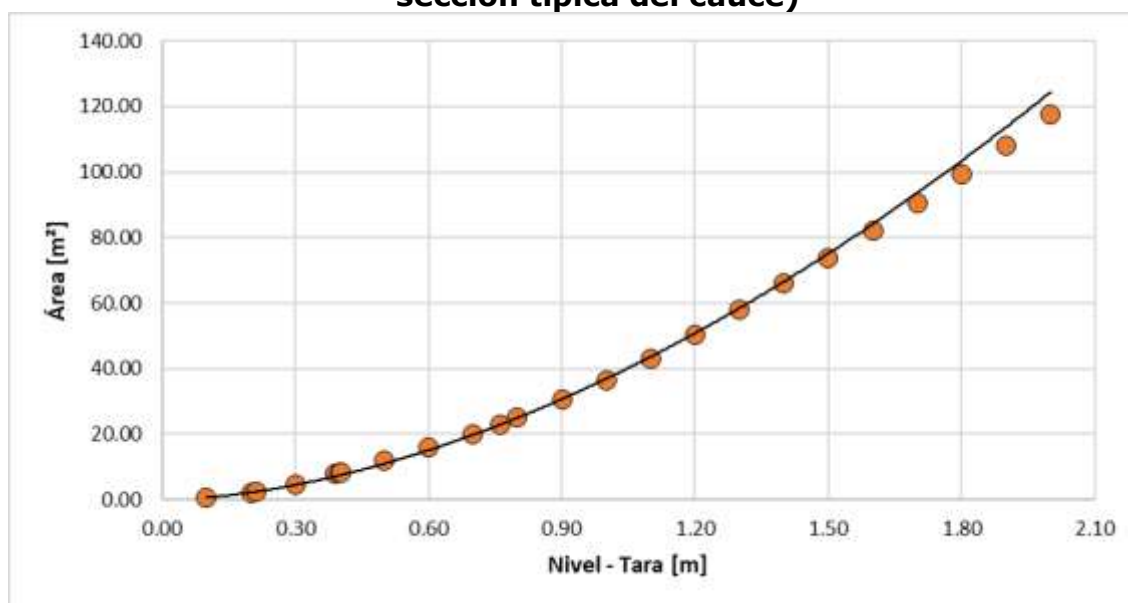


Figura 165. Curva de calibración río Supía - Supía

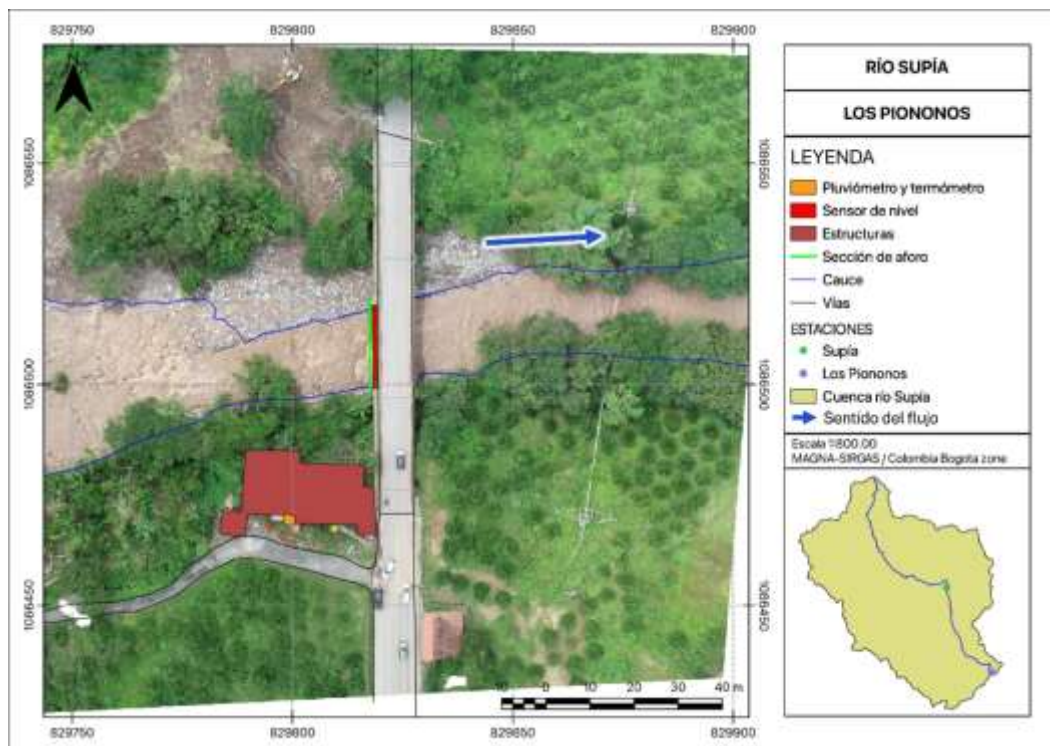


**Figura 166. Relación nivel - perímetro río Supía – Supía (nivel para una sección típica del cauce)**

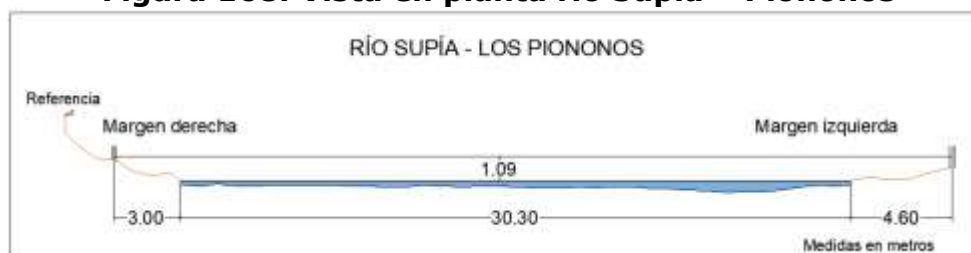


**Figura 167. Relación nivel - área río Supía – Supía**

### 5.32 Río Supía – Los Piononos



**Figura 168. Vista en planta río Supía – Piononos**



**Figura 169. Sección transversal típica río Supía - Piononos, medidas correspondientes a uno de los aforos**

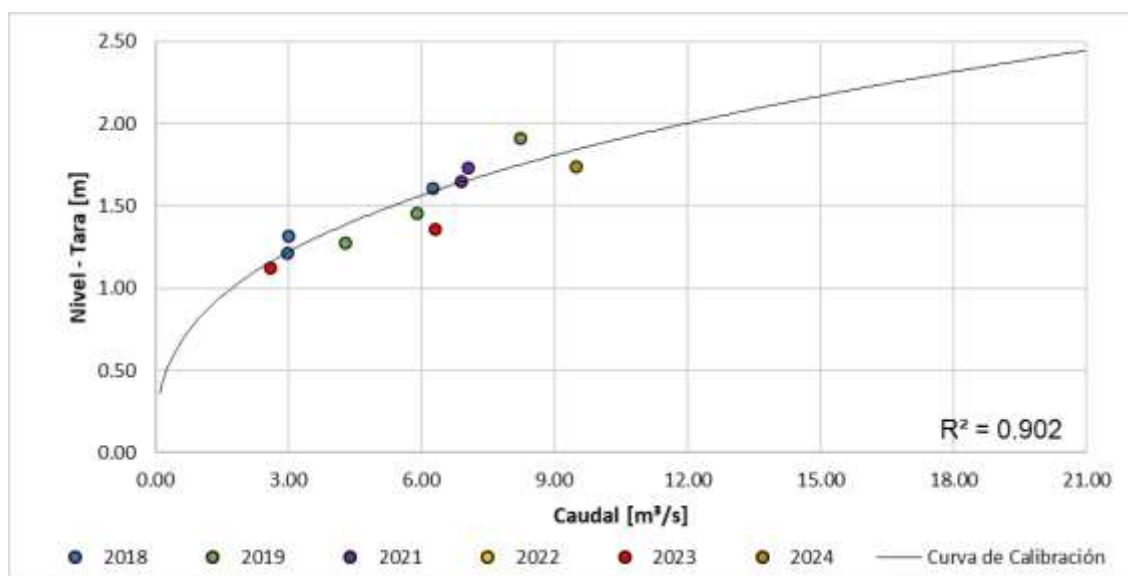
**Tabla 33. Resumen de resultados río Supía - Piononos**

ESTACIÓN		RÍO SUPÍA - LOS PIONONOS								
LATITUD	N 5° 22' 35.14"	LONGITUD	W 75° 36' 41.87"	ELEVACIÓN (msnm)	731					
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
4/01/2018	0.910	33.600	3.000	34.140	7.710	3.664*	0.859	21.001	18.048	10.964
3/02/2018	0.620	32.700	2.000	33.590	7.890	3.606	0.469	13.312	6.248	0.184
13/03/2018	0.505	30.200	1.000	30.710	7.910	3.213	0.349	8.545	2.984	0.039

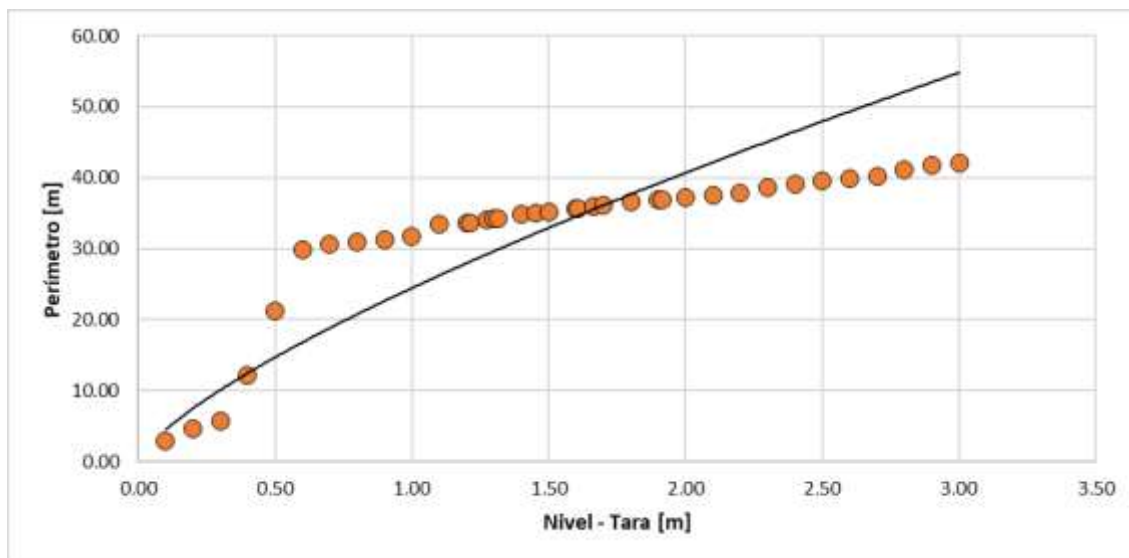
## INFORME DE AFOROS 2025

<b>14/03/2018</b>	0.520	30.300	1.700	30.720	7.810	3.313	0.356	8.418	2.994	0.747
<b>13/06/2019</b>	1.110	32.000	2.000	33.300	7.210	3.913	0.341	24.166	8.239	2.070
<b>5/07/2019</b>	0.870	30.750	2.000	31.420	7.780	3.453	0.312	18.855	5.891	0.973
<b>1/08/2019</b>	0.700	27.000	2.200	27.520	7.850	3.273	0.309	13.898	4.295	0.853
<b>15/04/2021</b>	1.150	17.700	1.500	18.790	7.750	3.650	0.718	9.608	6.903	0.019
<b>17/09/2021</b>	1.264	15.900	1.200	16.820	7.170	3.730	0.681	10.360	7.057	0.806
<b>14/07/2022</b>	1.775	13.720	1.372	14.805	7.710	3.099*	1.523	12.185	18.556	16.241
<b>1/02/2023</b>	0.900	18.000	1.800	18.750	7.900	3.358	0.525	11.988	6.299	2.202
<b>9/09/2023</b>	0.560	15.500	1.550	15.598	7.710	3.125	0.561	4.591	2.578	0.113
<b>14/05/2024</b>	1.500	18.600	1.860	19.360	7.250	3.740	0.888	10.695	9.499	1.513

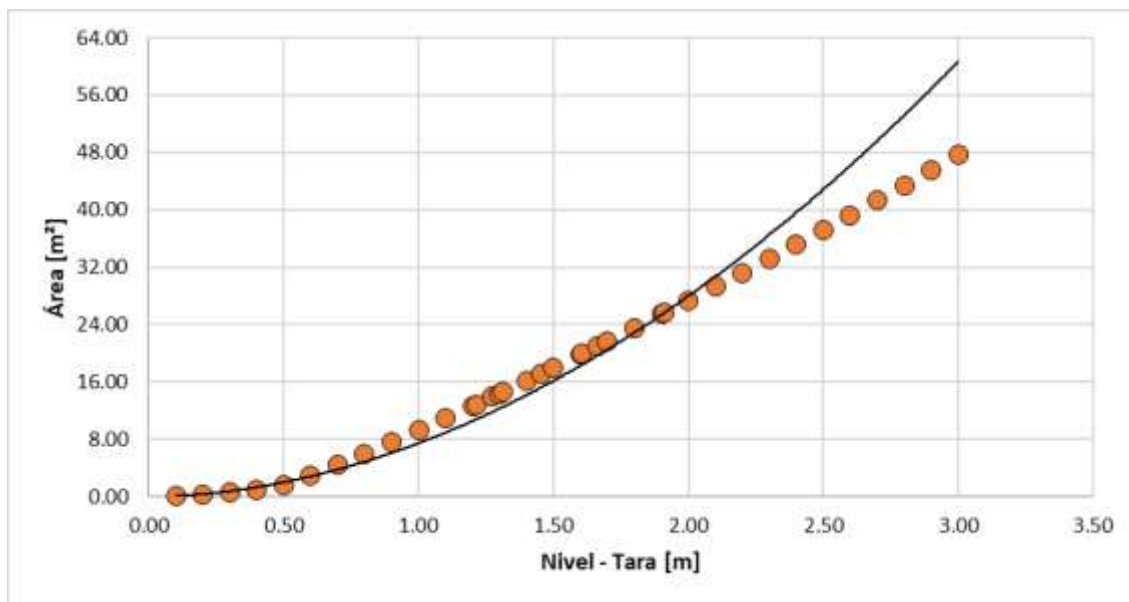
\*Nivel del sensor inconsistente respecto al caudal medido en campo



**Figura 170. Curva de calibración río Supía – Piononos**



**Figura 171. Relación nivel - perímetro, río Supía - Piononos (nivel para una sección típica del cauce)**



**Figura 172. Relación nivel - área, río Supía - Piononos**

### 5.33 Río Pozo

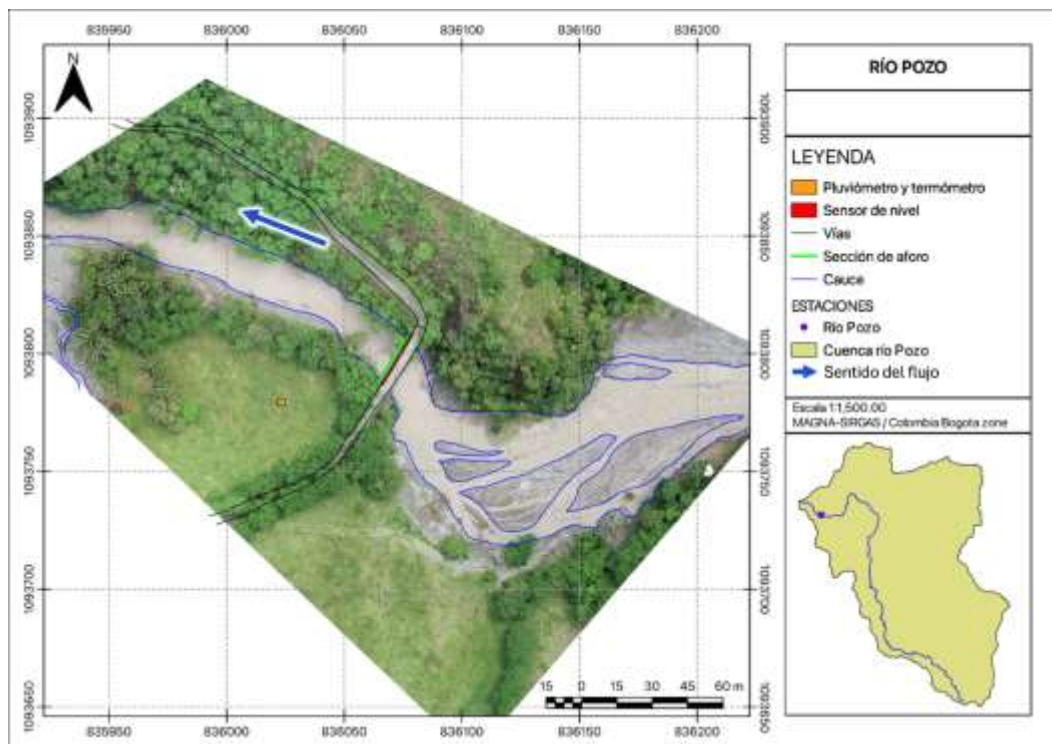


Figura 173. Vista en planta río Pozo

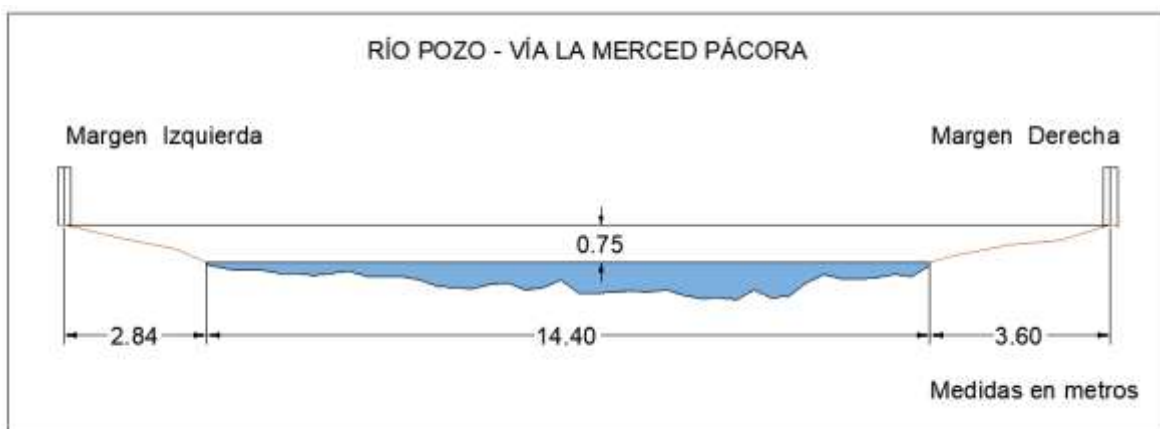


Figura 174. Sección transversal típica río Pozo, medidas correspondientes a uno de los aforos



Tabla 34. Resumen de resultados río Pozo

ESTACIÓN					RÍO POZO					
LATITUD	N 5° 26' 33.86"		LONGITUD		W 75° 33' 24.53"		ELEVACIÓN (msnm)		803	
Fecha (dd-mm-aa)	SECCIÓN DE AFORO				SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho del canal (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad (m/s)	Área (m2)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
22/12/2017	1.040	14.450	0.800	18.530	9.830	2.847	1.108	9.587	10.627	1.603
13/02/2018	0.885	14.000	0.800	18.530	10.030	2.675	1.097	6.470	7.100	0.269
6/03/2018	0.750	14.400	0.700	18.530	9.980	2.642	0.975	5.819	5.666	0.349
7/03/2018	0.690	14.200	1.000	18.530	9.900	2.653	0.984	6.022	5.945	0.353
21/06/2019	0.720	16.000	1.600	16.510	10.180	2.761	1.045	7.034	7.353	1.944
23/07/2019	0.835	16.570	1.600	16.730	10.050	2.647	1.329	7.731	10.271	4.129
16/04/2021	0.776	18.900	1.600	19.370	9.200	2.599	1.118	8.238	9.210	4.166
19/09/2021	0.837	13.200	1.100	13.730	9.220	2.679	1.081	7.839	8.475	1.527
29/09/2021	1.004	16.680	1.500	17.310	9.900	2.799	1.029	9.726	10.005	0.524
14/07/2022	0.585	19.470	1.947	19.650	10.400	2.857	2.023	7.730	15.639	3.031
1/02/2023	0.950	18.900	1.890	19.291	9.850	2.733	0.875	10.556	9.236	0.791
9/09/2023	0.484	13.850	1.385	14.001	10.400	2.550	1.265	4.968	6.283	2.227
14/05/2024	0.900	21.950	2.200	22.377	9.690	2.926	1.839	9.914	18.236	14.180

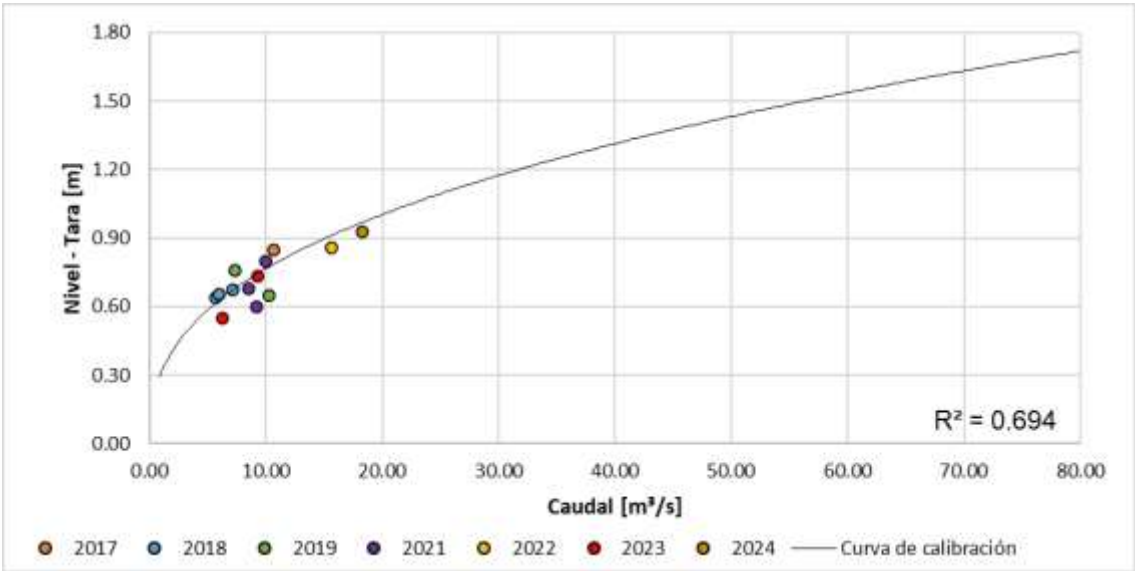
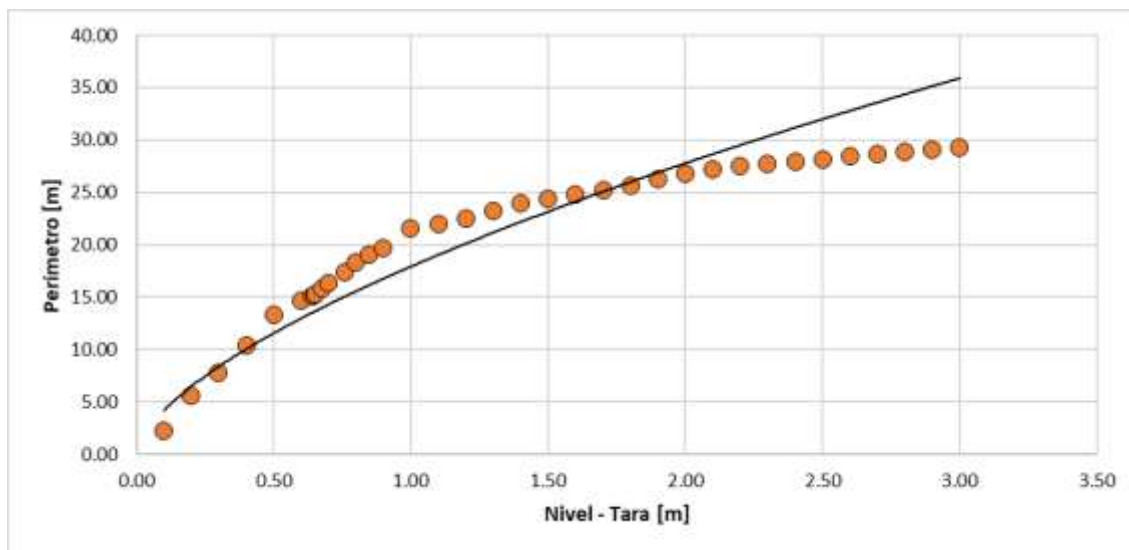
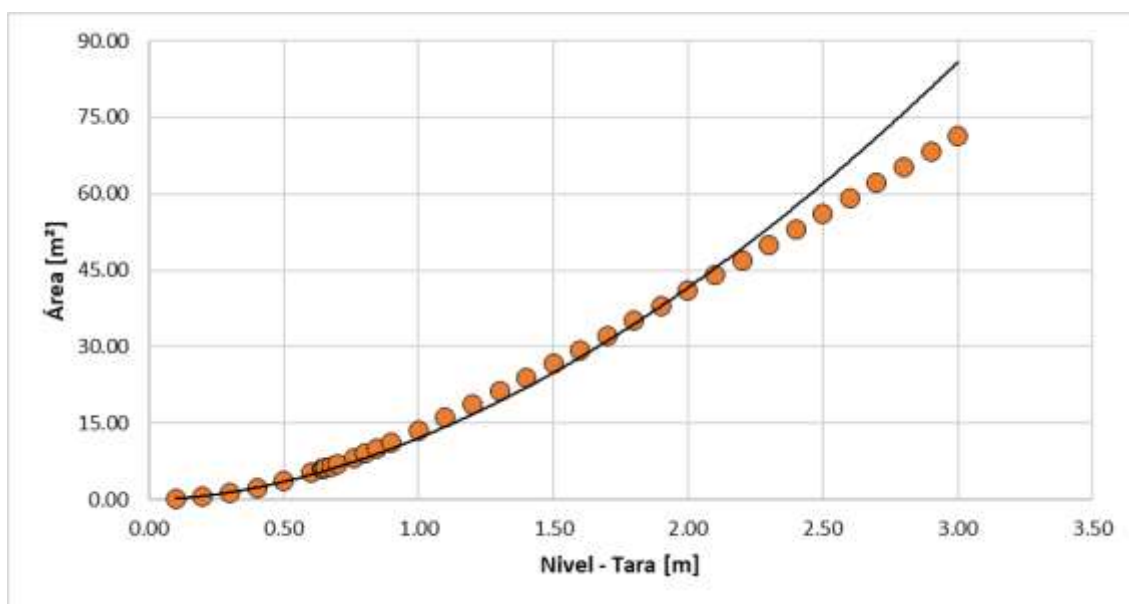


Figura 175. Curva de calibración río Pozo

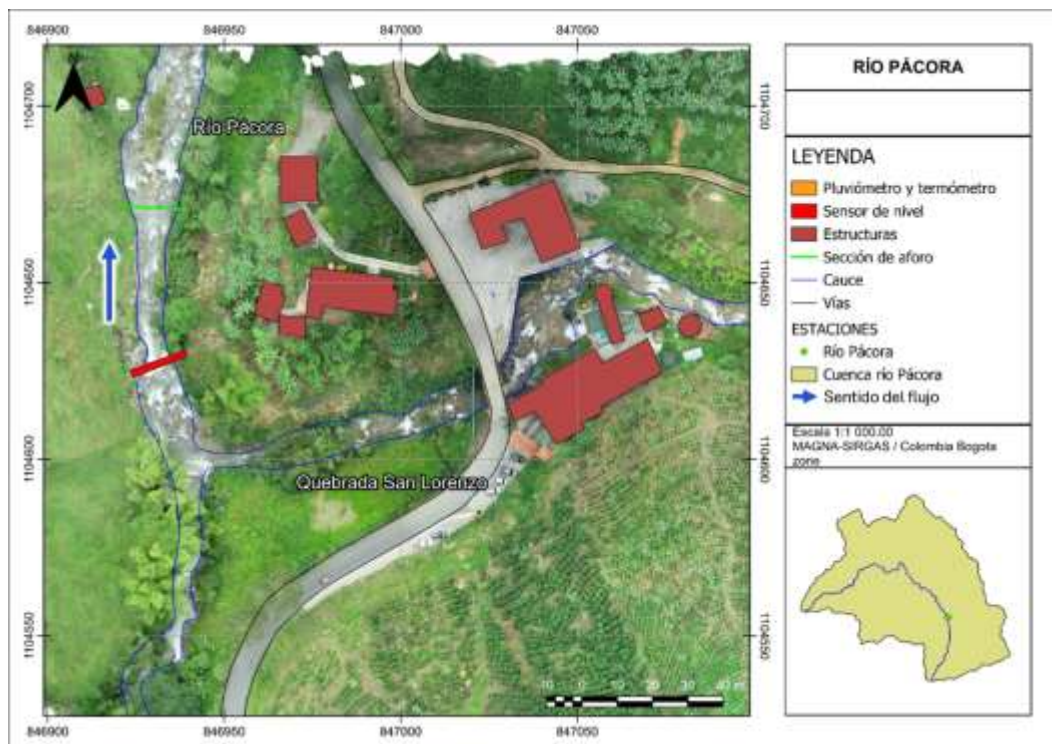


**Figura 176. Relación nivel - perímetro río Pozo (nivel para una sección típica del cauce)**

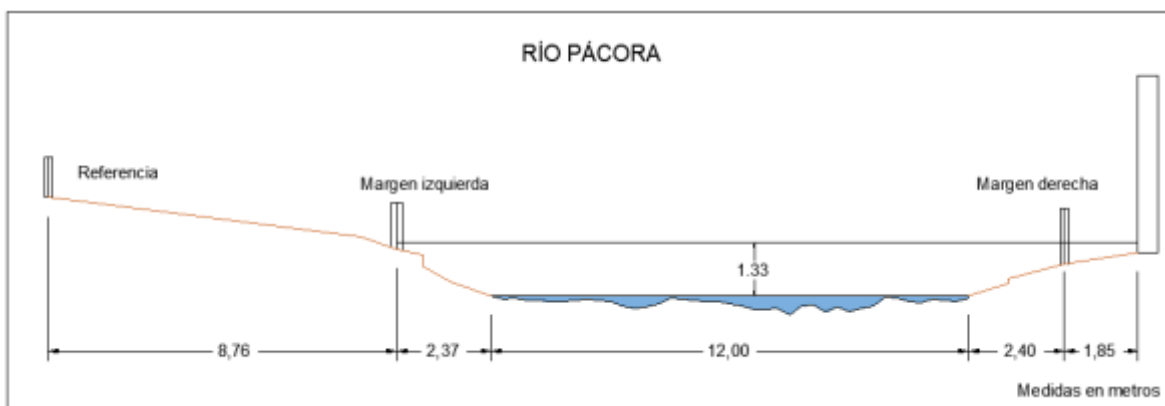


**Figura 177. Relación nivel - área río Pozo (nivel para una sección típica del cauce)**

## 5.34 Río Pácora



**Figura 178. Vista en planta río Pácora**

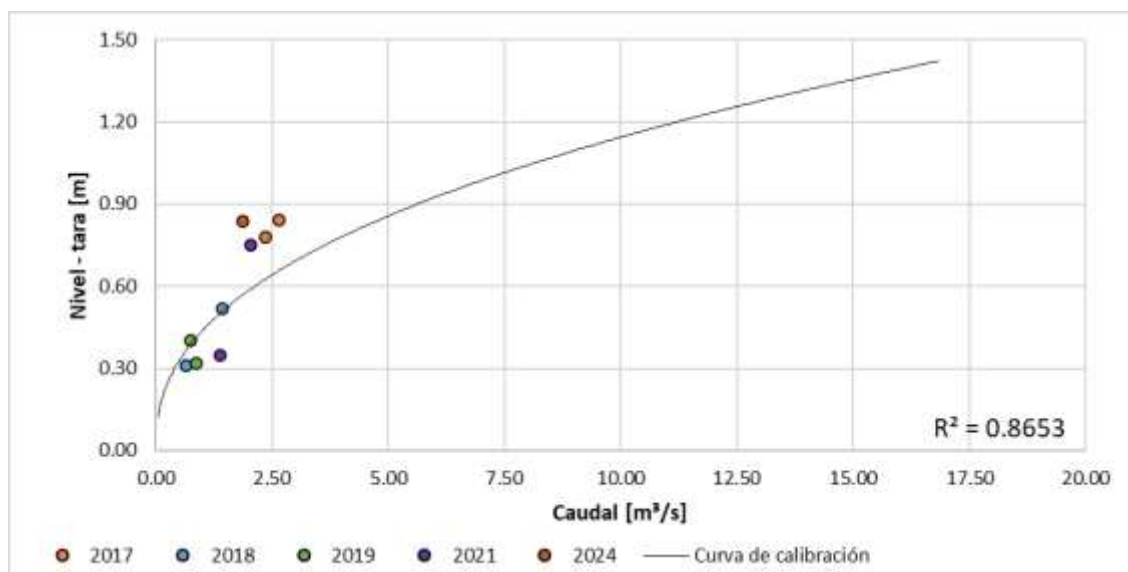


**Figura 179. Sección transversal típica río Pácora, medidas correspondientes a uno de los aforos**

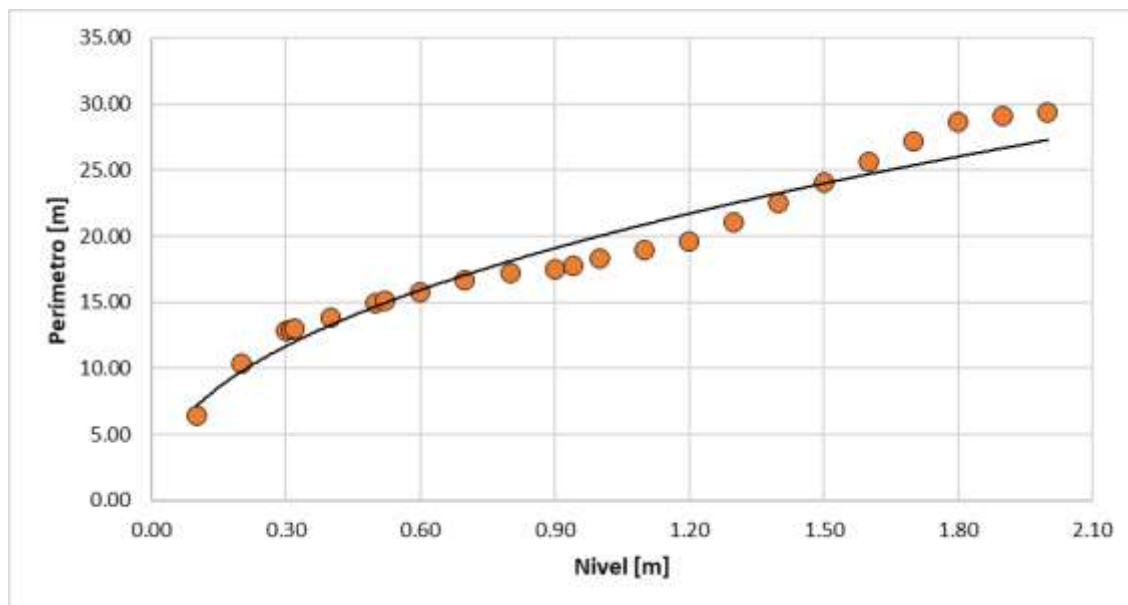
# INFORME DE AFOROS 2025

**Tabla 35. Resumen de resultados río Pácora**

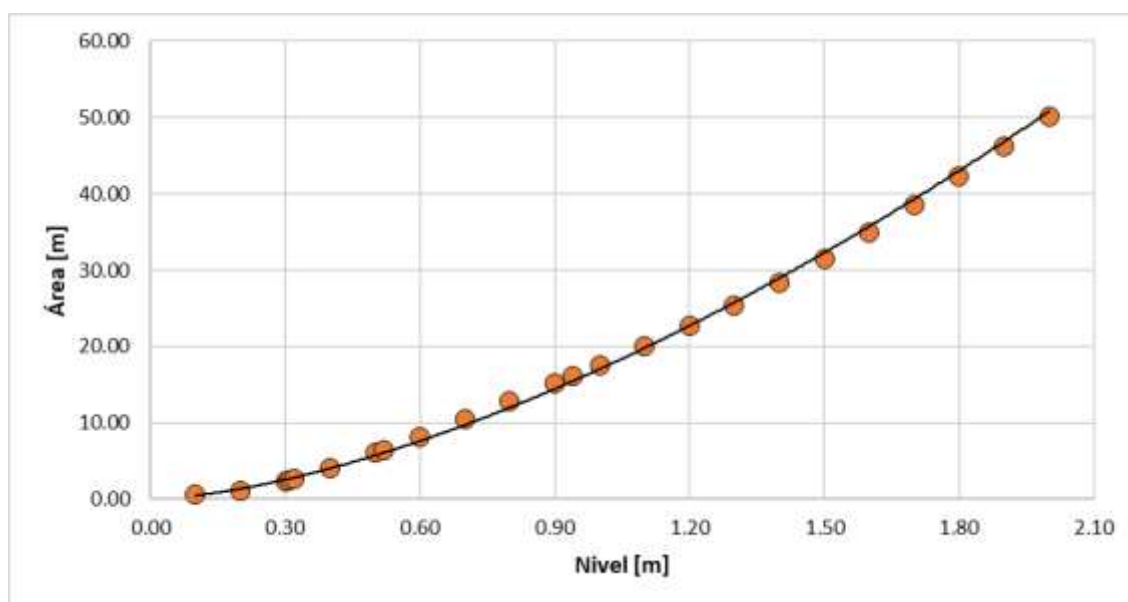
ESTACIÓN					RÍO PÁCORÁ					
LATITUD	N 5° 32' 27.04"		LONGITUD		W 75° 27' 31.87"		ELEVACIÓN (msnm)		1690	
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
1/11/2017	0.577	14.000	1.000	15.680	6.400	0.780	0.561	4.211	2.361	1.450
5/12/2017	0.670	13.000	1.000	13.580	6.340	0.840	0.516	5.137	2.653	1.868
8/01/2018	0.524	13.000	1.000	13.450	6.760	0.520	0.374	3.803	1.424	0.070
8/03/2018	0.500	12.000	0.600	12.480	6.970	0.310	0.267	2.424	0.647	0.194
21/07/2019	0.576	13.000	0.900	13.420	6.880	0.400	0.218	3.483	0.758	0.057
8/08/2019	0.564	13.500	1.000	14.560	6.960	0.320	0.207	4.229	0.877	0.389
13/04/2021	0.660	10.700	0.800	11.330	6.150	0.750	0.538	3.795	2.043	1.437
18/09/2021	0.581	11.100	1.000	11.600	6.850	0.347	0.490	2.836	1.391	0.803
20/05/2024	0.560	9.300	0.930	9.510	6.000	0.838	0.662	2.811	1.860	2.631



**Figura 180. Curva de calibración río Pácora**

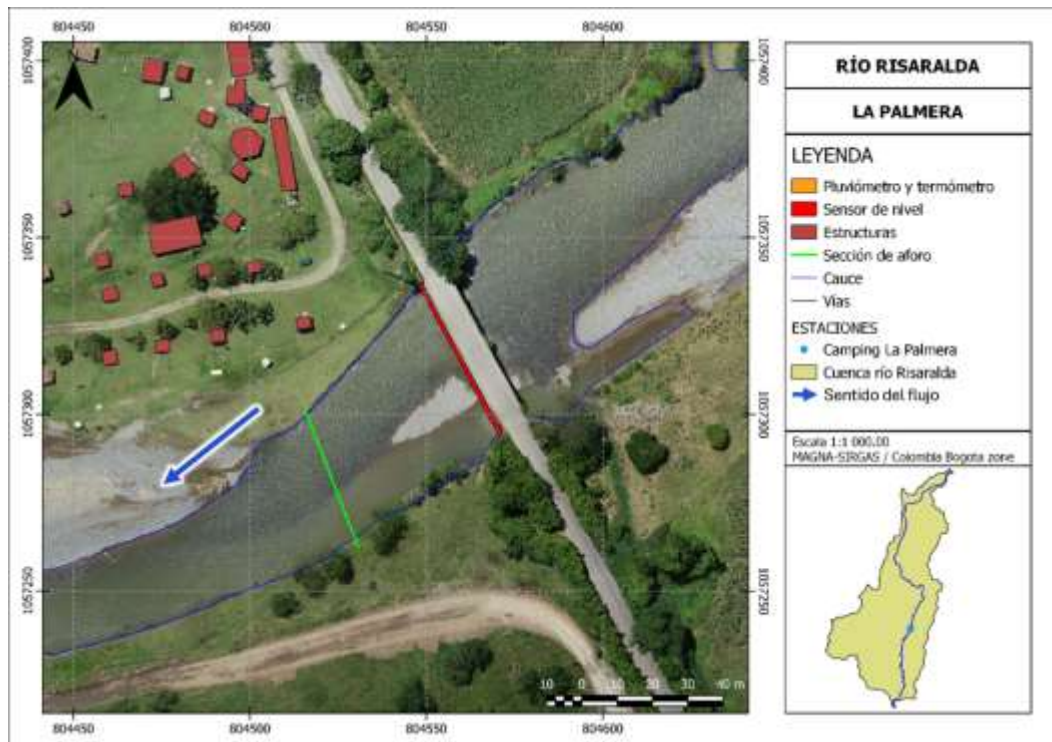


**Figura 181. Relación nivel - perímetro río Pácora (nivel para una sección típica del cauce)**

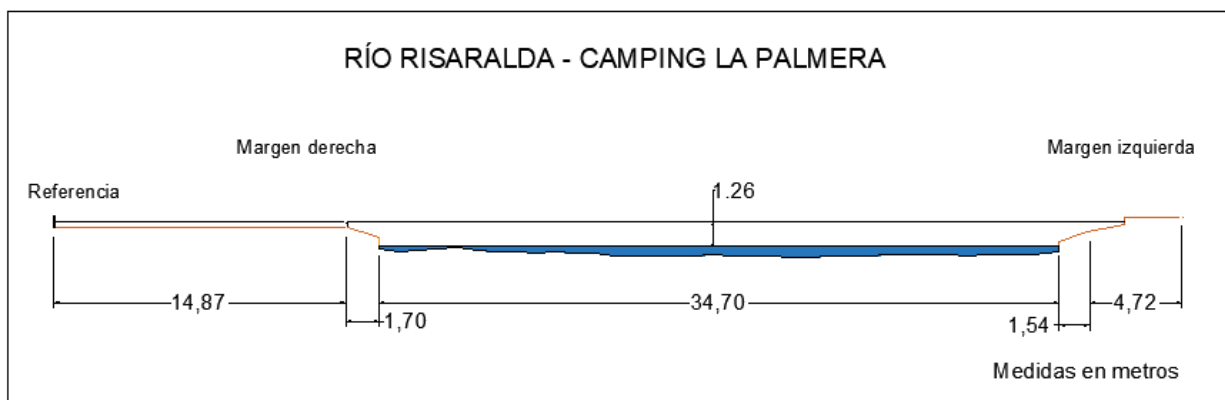


**Figura 182. Relación nivel - área río Pácora (nivel para una sección típica del cauce)**

## 5.35 Río Risaralda – Camping La Palmera



**Figura 183. Vista en planta río Risaralda – Camping La Palmera**



**Figura 184. Sección transversal típica río Risaralda - Camping La Palmera, medidas correspondientes a uno de los aforos**

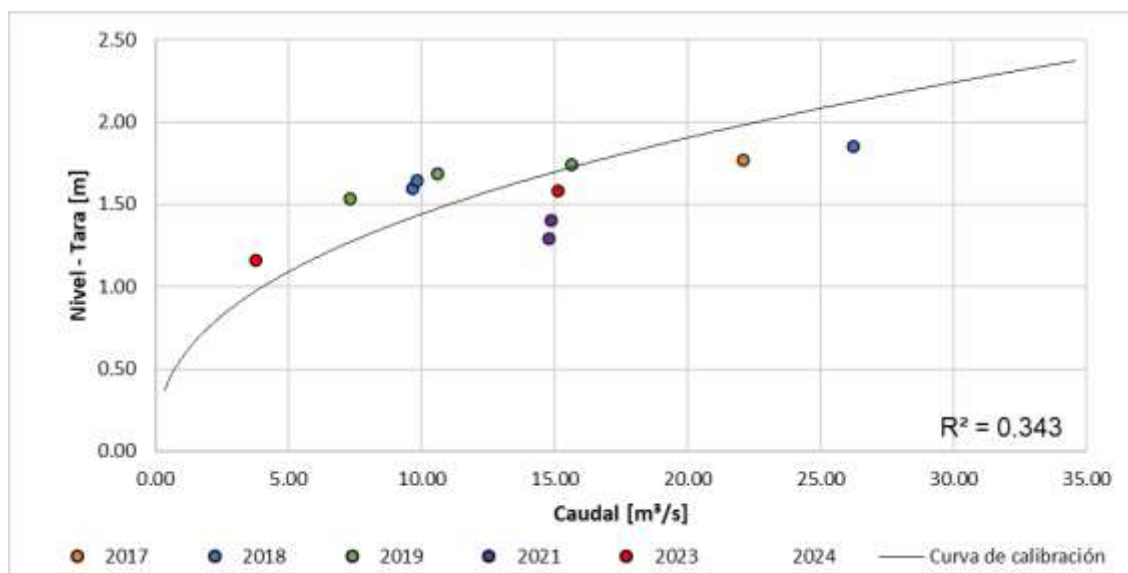


# INFORME DE AFOROS 2025

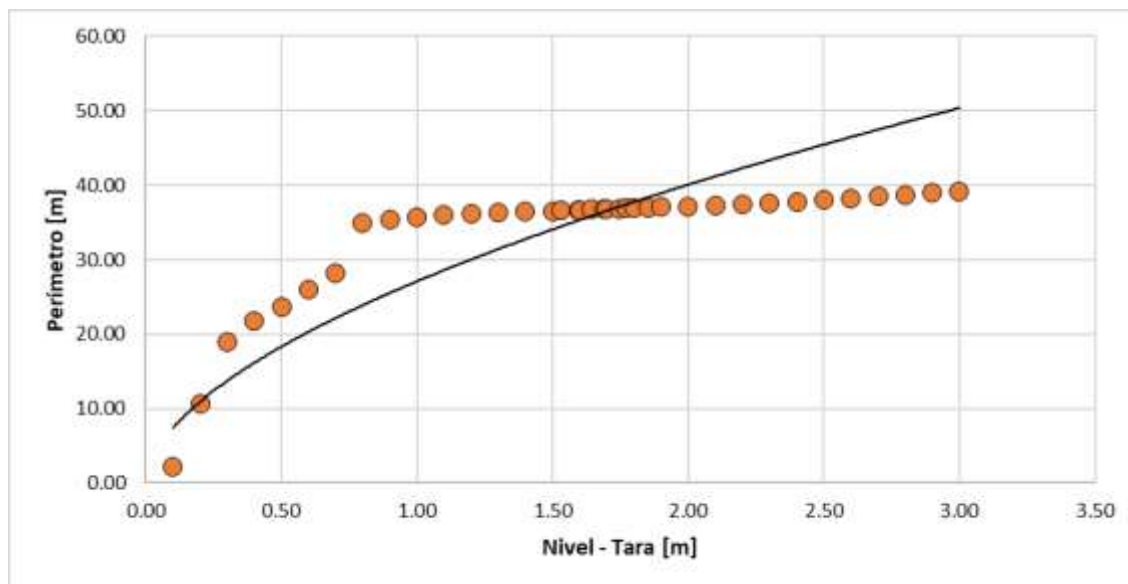
**Tabla 36. Resumen de resultados río Risaralda - Camping La Palmera**

ESTACIÓN										
RÍO RISARALDA - CAMPING LA PALMERA										
LATITUD	N 5° 6' 43.22"			LONGITUD	W 75° 39' 24.6"			ELEVACIÓN (msnm)		1010
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR			RESULTADOS		
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
21/12/2017	0.680	34.500	2.000	35.431	3.240	3.771	1.165	18.963	22.094	5.872
12/01/2018	0.750	34.500	2.000	35.502	3.140	3.855	1.267	20.710	26.237	7.916
15/02/2018	0.510	35.000	1.500	35.580	3.350	3.595	0.764	12.614	9.640	2.661
2/03/2018	0.554	34.700	2.000	35.124	3.320	3.642	0.709	13.877	9.838	3.431
21/06/2019	1.050	35.250	2.200	36.510	3.020	3.744	0.598	26.150	15.625	0.067
24/07/2019	0.785	34.500	2.200	35.580	3.180	3.688	0.626	16.968	10.619	3.663
25/08/2019	0.814	32.000	2.000	32.850	3.300	3.530	0.484	15.146	7.324	3.698
14/04/2021	0.948	35.900	2.000	36.690	4.120	3.400	0.974	15.270	14.875	6.159
27/09/2021	0.871	36.800	3.000	37.510	4.210	3.29	0.798	18.524	14.779	7.757
28/01/2023	0.780	40.000	4.000	40.537	3.890	3.58	0.939	16.120	15.135	3.140
8/09/2023	0.734	27.800	2.780	27.976	3.925	3.16	0.314	11.961	3.758	1.567
22/05/2024	2.300	21.800	2.180	23.720	3.700	3.08*	0.801	28.754	23.027	18.680

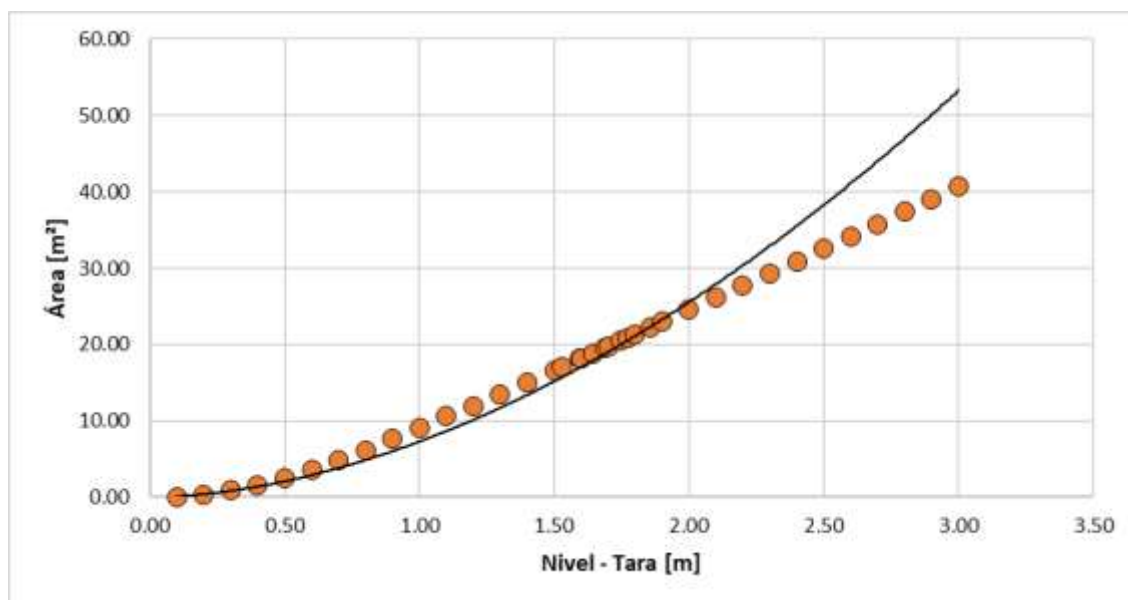
\*Nivel inconsistente respecto al caudal medido en campo



**Figura 185. Curva de calibración río Risaralda - Camping La Palmera**

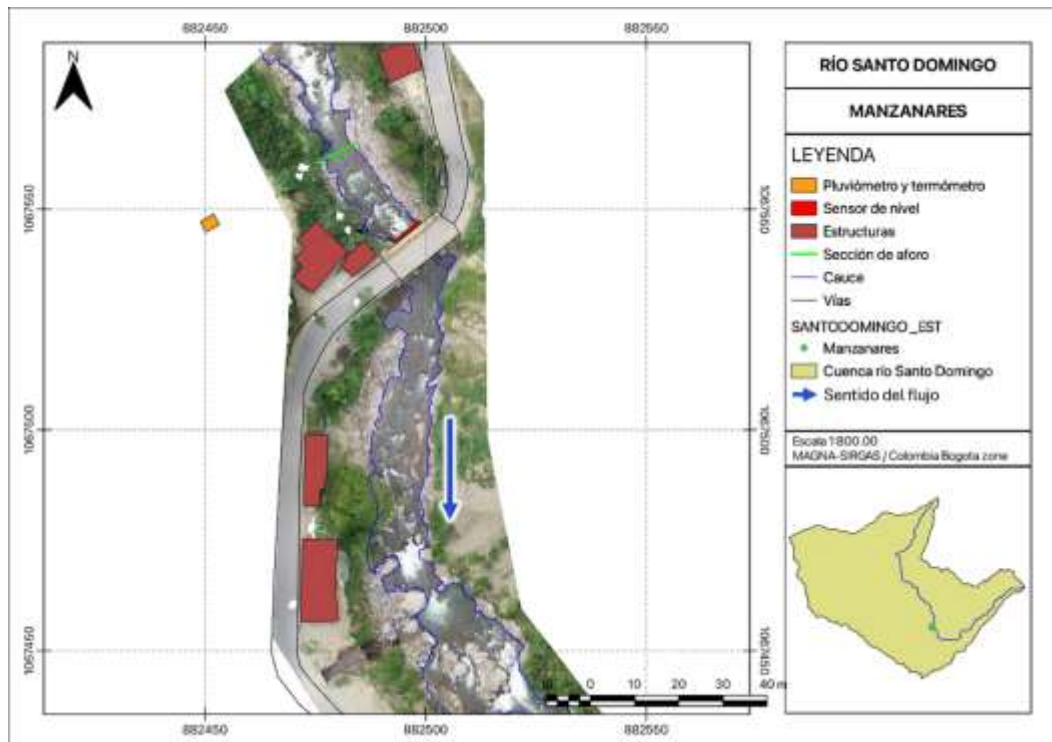


**Figura 186. Relación nivel - perímetro, río Risaralda - Camping La Palmera (nivel para una sección típica del cauce)**

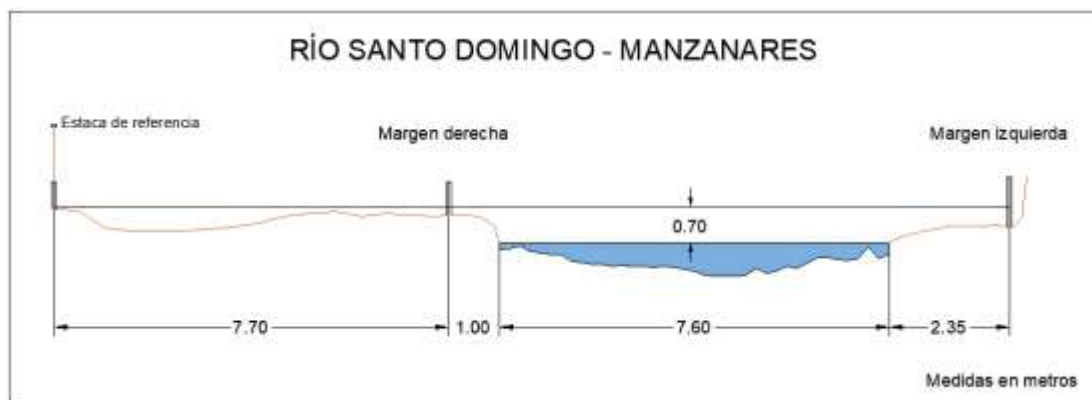


**Figura 187. Relación nivel - área, río Risaralda - Camping la Palmera (nivel para una sección típica del cauce)**

### 5.36 Río Santo Domingo – Manzanares



**Figura 188. Vista en planta río Santo Domingo – Manzanares**

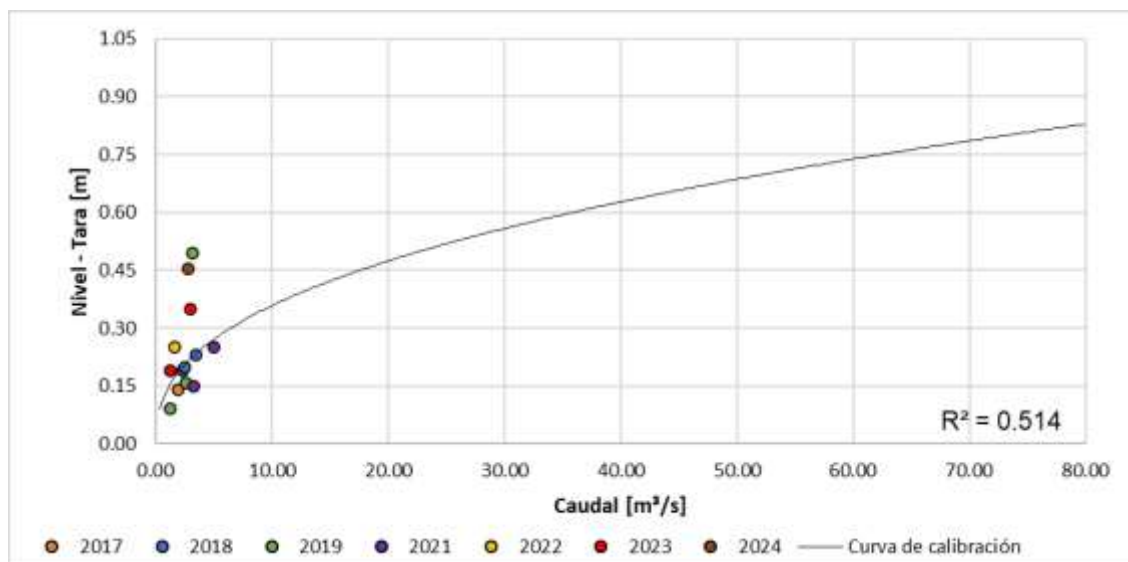


**Figura 189. Sección transversal típica río Santo Domingo - Manzanares, medidas correspondientes a uno de los aforos**

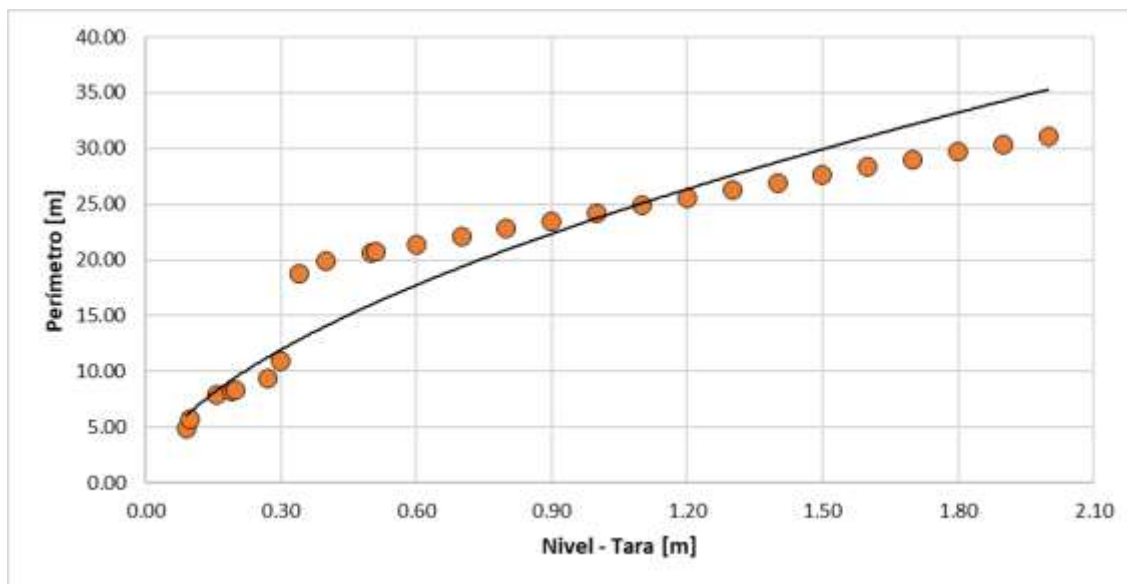
# INFORME DE AFOROS 2025

**Tabla 37. Resumen de resultados río Santo Domingo - Manzanares**

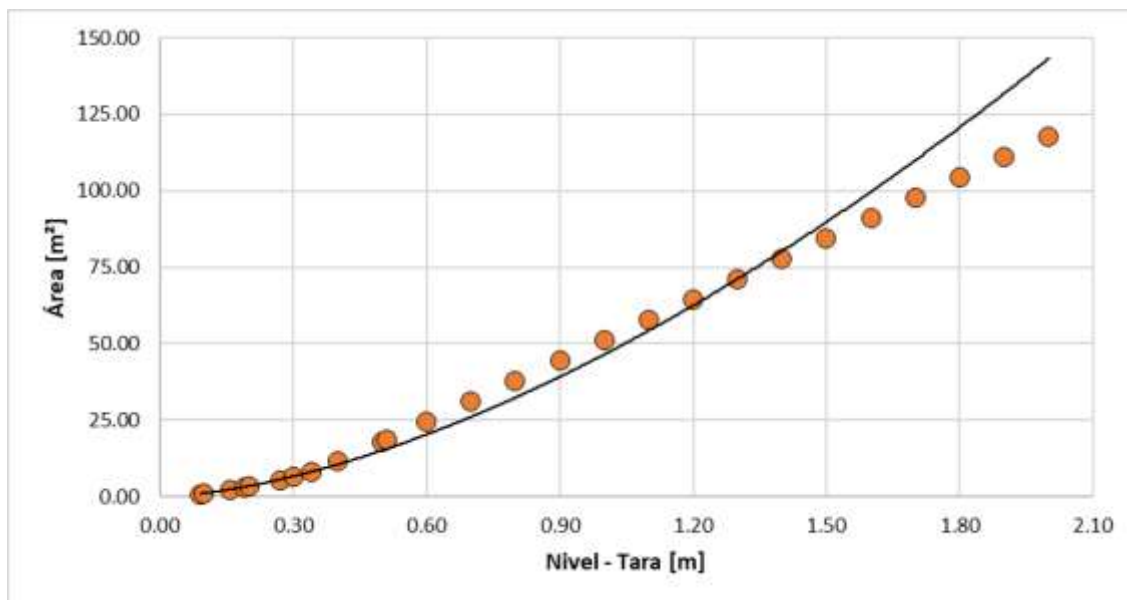
ESTACIÓN		RÍO SANTODOMINGO - MANZANARES								
LATITUD	N 5° 12' 25.87"		LONGITUD		W 75° 8' 16.33"		ELEVACIÓN (msnm)			
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
30/11/2017	0.865	7.600	0.600	8.840	8.400	2.141	0.523	3.624	1.896	0.802
9/01/2018	0.720	8.400	0.800	9.040	8.200	2.230	0.910	3.758	3.420	0.034
1/03/2018	0.670	7.400	0.500	7.990	8.350	2.191	0.808	2.904	2.345	0.135
12/03/2018	0.660	7.600	0.400	8.450	8.270	2.200	0.825	2.983	2.460	0.013
2/06/2019	0.599	17.070	1.000	17.790	7.950	2.496	0.528	5.988	3.164	17.022
30/06/2019	0.540	17.000	1.000	17.480	8.100	2.158	0.551	4.755	2.618	1.195
6/08/2019	0.492	16.400	1.100	16.910	8.450	2.091	0.391	3.087	1.206	0.809
27/03/2021	0.635	14.280	1.100	14.460	7.500	2.250	1.012	4.929	4.988	0.878
25/09/2021	0.638	11.100	0.800	11.640	8.200	2.150	0.717	4.526	3.246	1.993
22/07/2022	0.455	7.300	0.730	7.408	7.190	2.250	0.783	2.131	1.669	2.441
15/03/2023	1.180	9.500	0.950	11.738	7.800	2.350	0.551	5.464	3.010	5.977
7/09/2023	0.750	4.650	0.465	5.244	7.250	2.190	0.767	1.659	1.273	0.899
17/05/2024	0.450	9.400	0.940	9.531	7.750	2.454	1.099	2.574	2.828	13.620



**Figura 190. Curva de calibración río Santo Domingo**

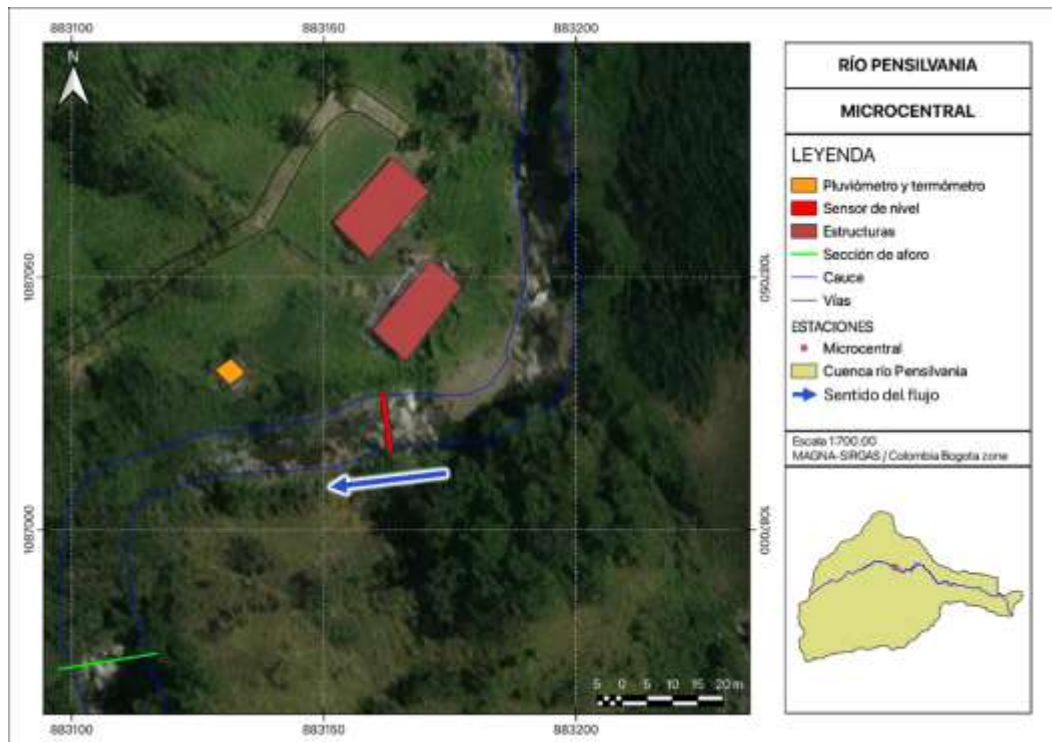


**Figura 191. Relación nivel - perímetro río Santo Domingo (nivel para una sección típica del cauce)**

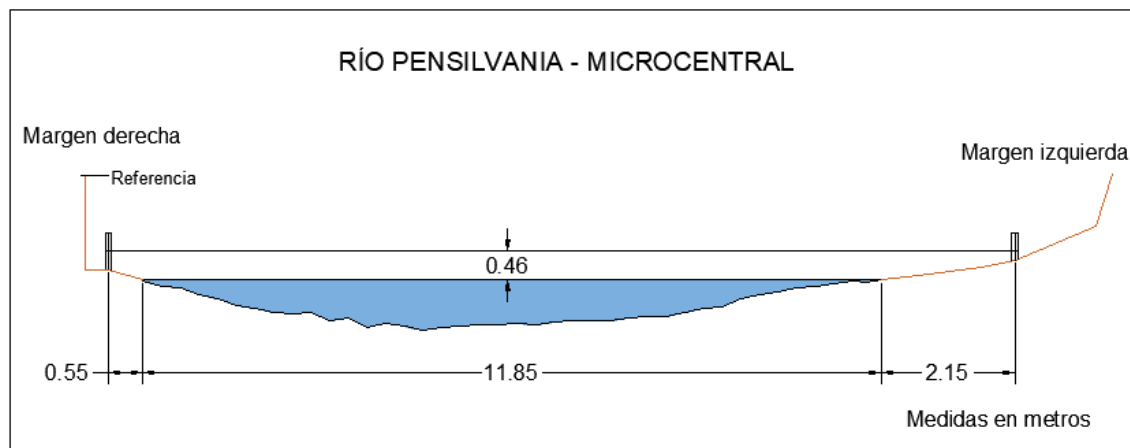


**Figura 192. Relación nivel - área río Santo Domingo (nivel para una sección típica del cauce)**

### 5.37 Río Pensilvania – Microcentral



**Figura 193. Vista en planta río Pensilvania**

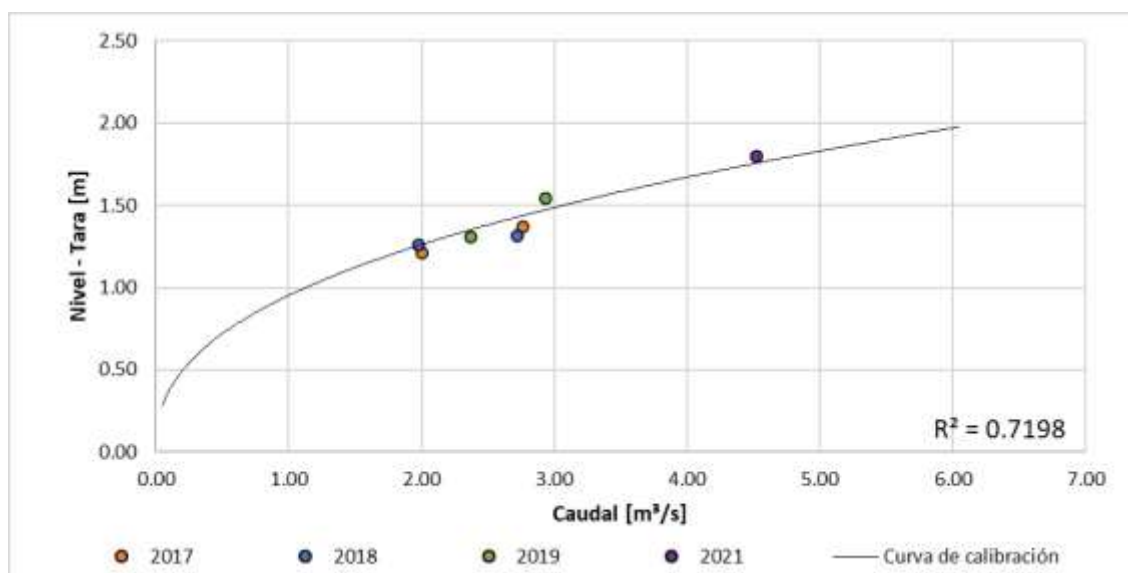


**Figura 194. Sección transversal típica río Pensilvania, medidas correspondientes a uno de los aforos**

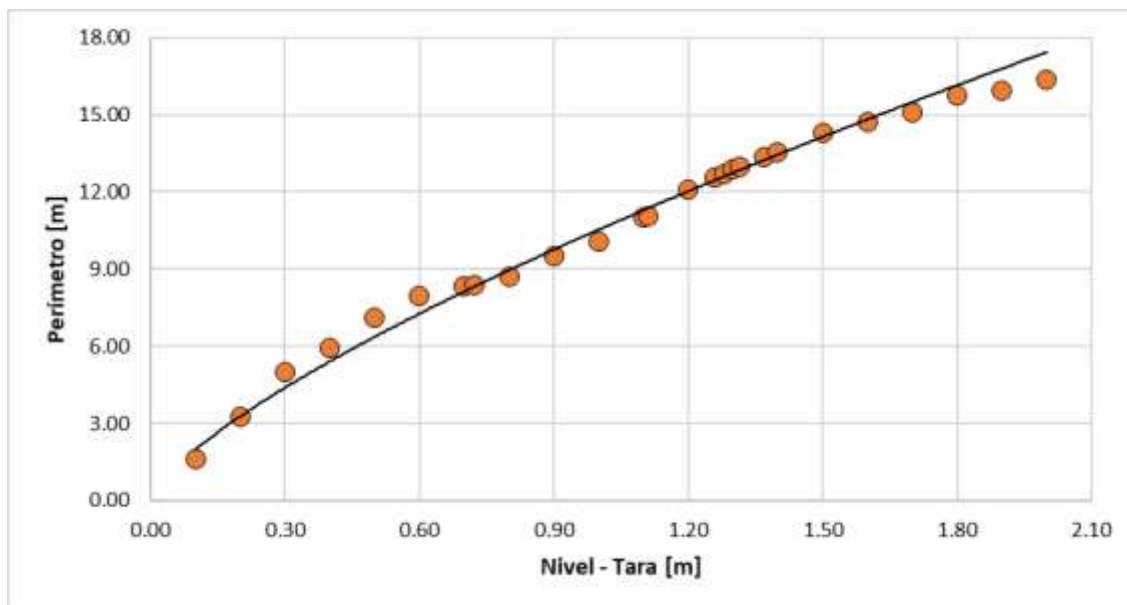


**Tabla 38. Resumen de resultados río Pensilvania**

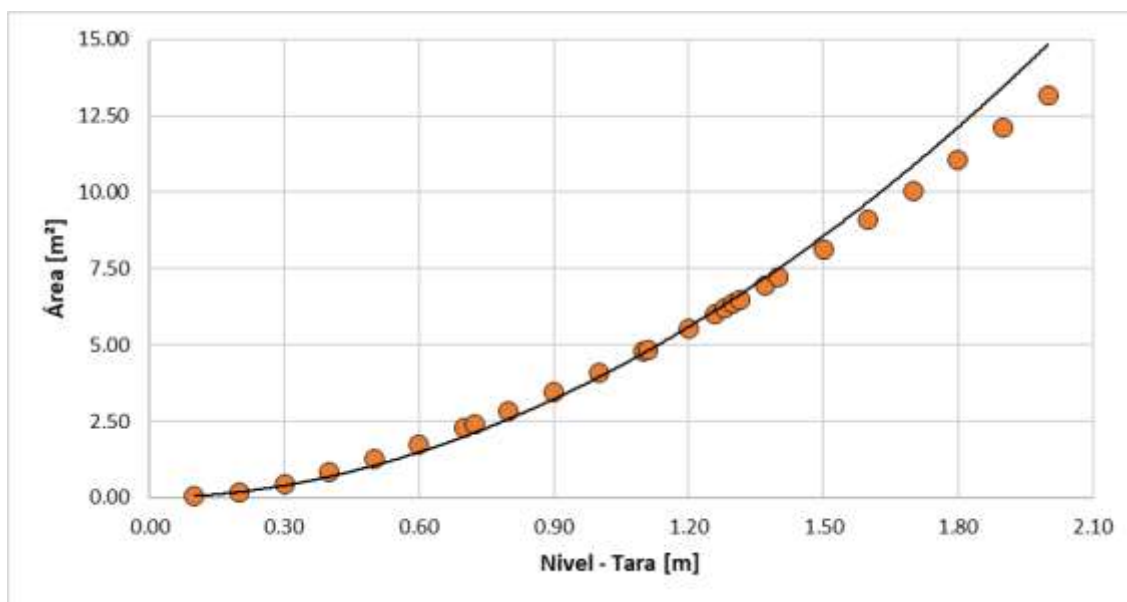
ESTACIÓN		RÍO PENSILVANIA - MICROCENTRAL									
LATITUD	N 5° 23' 6.4"		LONGITUD		W 75° 8' 5.9"		ELEVACIÓN (msnm)		1773		
Fecha aforo (dd-mm-aa)	GENERAL SECCIÓN DE AFORO				DATOS DEL SENSOR			RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal	
	28/10/2017	0.705	12.000	1.000	12.100	5.370	3.210	0.397	5.043	2.000	0.176
	30/11/2017	0.862	13.300	1.200	13.540	5.100	3.370	0.443	6.236	2.766	0.215
	9/01/2018	0.810	12.900	1.000	13.450	5.170	3.315	0.451	6.039	2.724	0.439
	1/03/2018	0.815	11.850	0.600	12.130	5.120	3.260	0.351	5.641	1.979	0.056
	15/06/2019	1.055	11.400	0.900	11.770	5.200	3.310	0.402	5.901	2.375	0.115
	6/08/2019	0.949	11.750	0.900	12.400	4.900	3.540	0.449	6.533	2.936	0.562
	27/03/2021	0.827	13.600	1.000	13.830	4.300	3.800	0.753	6.010	4.524	0.808



**Figura 195. Curva de calibración río Pensilvania**

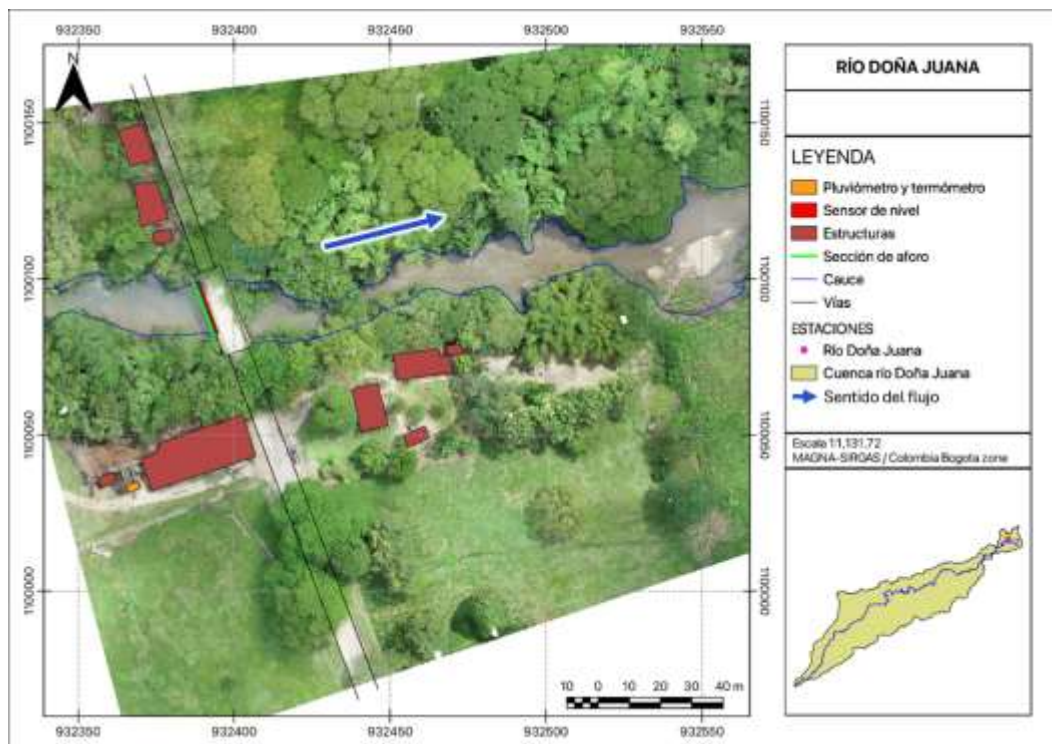


**Figura 196. Relación nivel - perímetro río Pensilvania (nivel para una sección típica del cauce)**

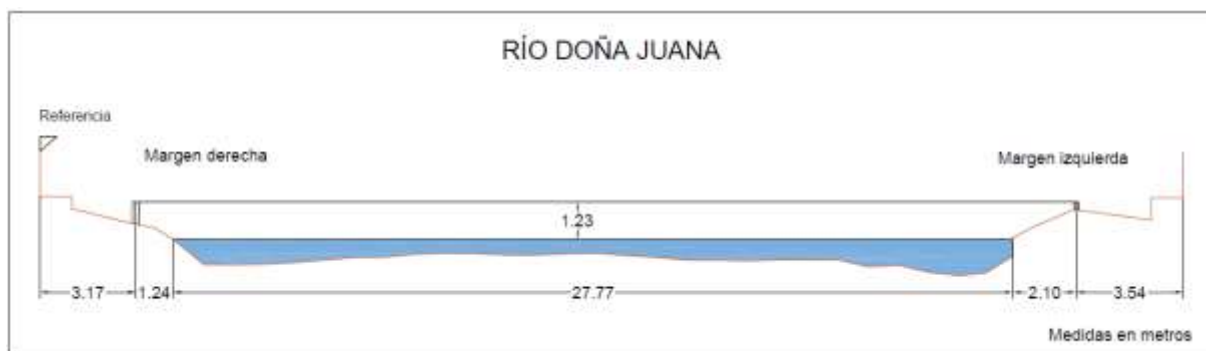


**Figura 197. Relación nivel - área río Pensilvania (nivel para una sección típica del cauce)**

## 5.38 Río Doña Juana



**Figura 198. Vista en planta río Doña Juana**

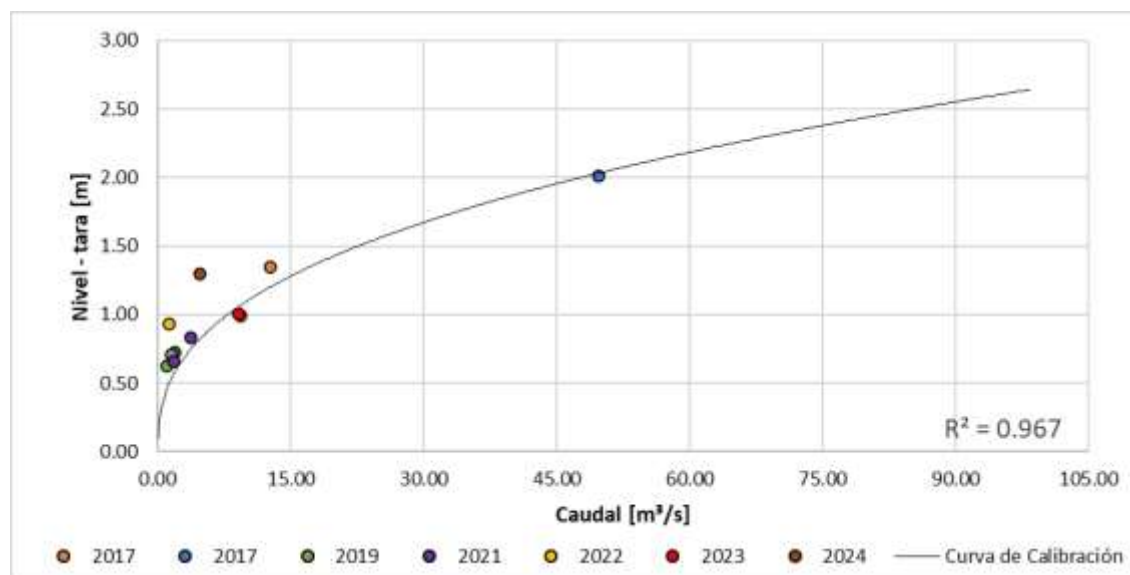


**Figura 199. Sección transversal típica río Doña Juana**

# INFORME DE AFOROS 2025

**Tabla 39. Resumen de resultados río Doña Juana**

ESTACIÓN		RÍO DOÑA JUANA - VÍA LA DORADA NORCASIA								
LATITUD	N 5° 30' 03.58"		LONGITUD		W 74° 41' 15.38"		ELEVACIÓN (msnm)		190	
Fecha aforos (dd-mm-aa)	SECCIÓN DE AFORO				SENSOR		RESULTADOS			
	Profundidad máxima (m)	Ancho de la sección mojada (m)	Ancho dovela (m)	Perímetro Mojado (m)	Altura desde el sensor a la superficie del agua (m)	Nivel medido por el sensor (m)	Velocidad media del flujo (m/s)	Área mojada (m²)	Caudal medido (m³/s)	Error cuadrático medio para caudal
27/10/2017	1.145	29.000	2.000	29.780	5.370	0.987	0.414	22.495	9.324	1.656
1/12/2017	1.203	27.700	2.000	31.200	4.380	1.345	0.602	21.066	12.675	4.239
10/01/2018	2.283	35.700	2.000	31.200	3.520	2.011	0.914	54.426	49.747	2.525
2/03/2018	0.552	26.300	1.000	14.850	4.970	0.725	0.239	7.791	1.862	1.629
1/07/2019	0.830	30.000	2.000	30.740	4.800	0.708	0.178	8.943	1.590	1.690
5/08/2019	0.668	23.620	1.600	24.210	4.910	0.626	0.170	6.374	1.082	1.312
28/03/2021	0.667	25.000	2.000	25.390	4.450	0.835	0.304	12.333	3.753	1.250
25/09/2021	0.860	25.800	1.500	26.300	5.000	0.663	0.164	11.150	1.831	0.939
23/07/2022	1.089	31.160	NA	32.466	5.200	0.933	0.216	18.905	1.296	5.350
15/03/2023	0.960	22.000	2.000	22.541	5.150	1.008	0.695	13.140	9.136	1.040
18/05/2024	0.920	21.070	NA	23.300	5.150	1.296	0.093	12.452	4.695	10.675



**Figura 200. Curva de calibración río Doña Juana**



Dentro del monitoreo hidrometeorológico del departamento hay diferentes empresas y entidades que cuentan con estaciones de medición de niveles, por ejemplo, para la cuenca del río Chinchiná se han realizado aforos de caudal líquido y sólido en las bocatomas que hacen parte de la

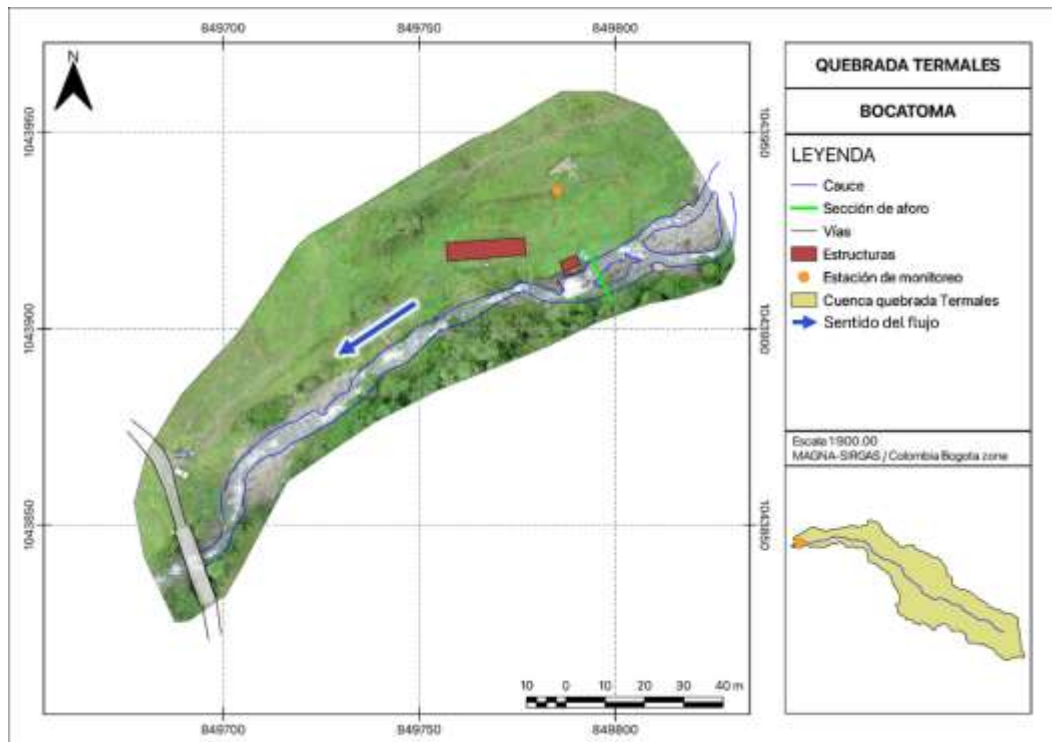
red de estaciones de Aguas de Manizales S.A. E.S.P., empresa prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado de la ciudad y la Central Hidroeléctrica de Caldas CHEC y que hacen parte del fondo de agua de la cuenca del río Chinchiná VivoCuenca.

Estas estaciones hacen parte del proyecto de investigación: *“Aunar esfuerzos administrativos, académicos y financieros para implementar un sistema de monitoreo y seguimiento hidrometeorológico de las actividades de restauración realizadas por VivoCuenca en las microcuencas de la parte alta de la cuenca del río Chinchiná señaladas en el plan de monitoreo hidrometeorológico y de calidad de agua de la cuenca del río Chinchiná”*.

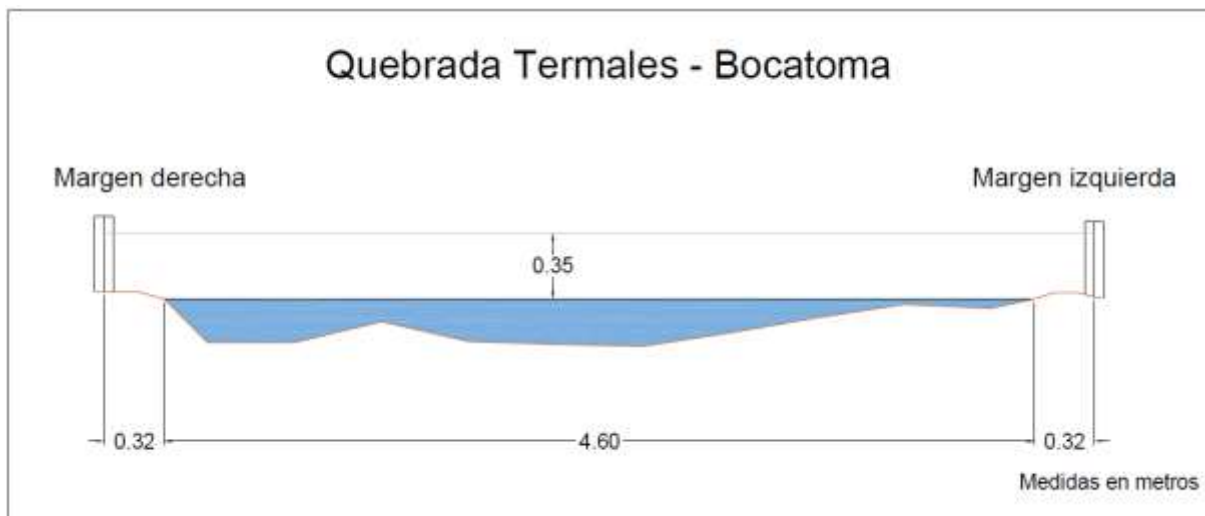
Algunas de las estaciones que se muestran a continuación ya cuentan con curvas de calibración de caudales (generadas por la empresa dueña de la estación), mientras que para las estaciones río Chinchiná – La Virginia y río Chinchiná – La Zulia se generó una curva de calibración.



### 5.39 Quebrada Terales



**Figura 203. Vista en planta quebrada Terales**



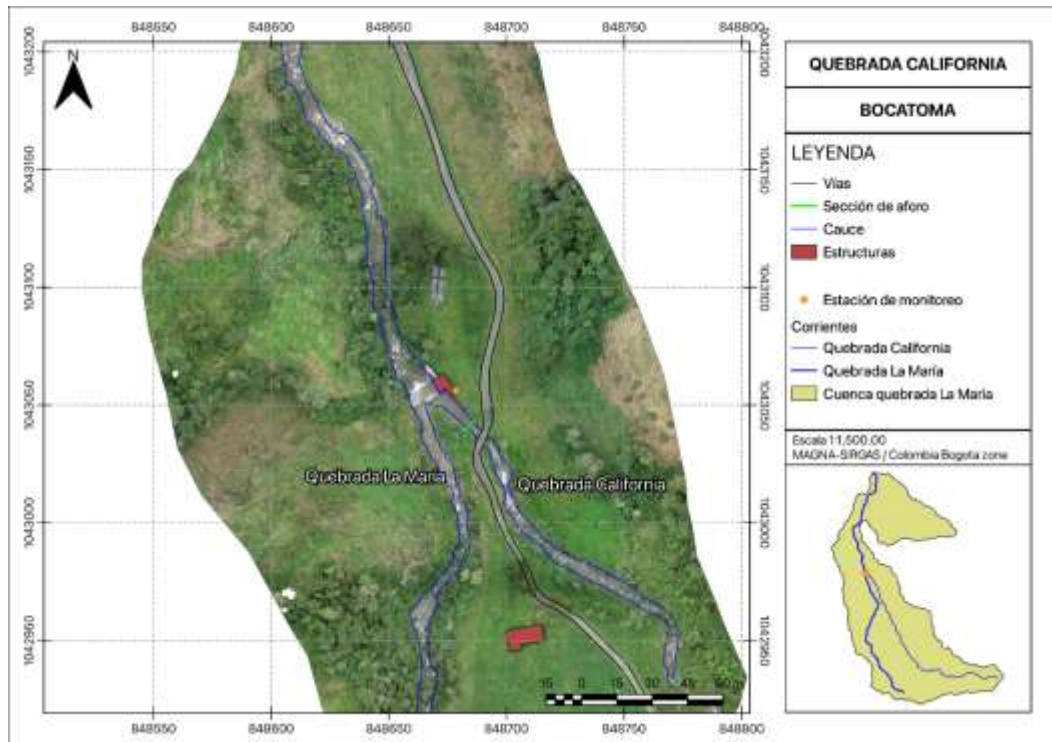
**Figura 204. Sección transversal típica quebrada Terales, medidas correspondientes a uno de los aforos**

# INFORME DE AFOROS 2025

**Tabla 40. Resumen de resultados quebrada Termales**

LATITUD		4° 59' 31.60"			ELEVACIÓN (msnm)		2447
LONGITUD		75°25'54.80"					
GENERAL SECCIÓN DE AFORO					RESULTADOS		
Fecha	Ancho de sección	Profundidad media	Profundidad máxima	Perímetro mojado	Velocidad media	Área mojada	Caudal medido
[dd/mm/aaaa]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m²]	[m³/s]
10/11/2021	3.100	0.226	0.320	3.430	0.789	0.782	0.617
1/12/2021	3.100	0.204	0.290	3.317	0.801	0.760	0.609
19/10/2022	5.280	0.094	0.180	5.331	0.826	0.421	0.348
22/11/2022	4.700	0.173	0.305	4.828	0.868	0.744	0.646
19/12/2022	4.200	0.106	0.230	4.270	0.796	0.427	0.340
18/01/2023	4.600	0.159	0.245	4.744	0.720	0.697	0.502
18/09/2023	3.800	0.121	0.180	3.877	0.534	0.517	0.276
22/01/2024	3.230	0.130	0.272	3.397	0.501	0.391	0.196
4/07/2024	3.700	0.170	0.260	3.900	0.809	0.657	0.532
10/10/2024	4.440	0.130	0.240	4.550	0.751	0.613	0.460

## 5.40 Quebrada California



**Figura 205. Vista en planta quebrada California**

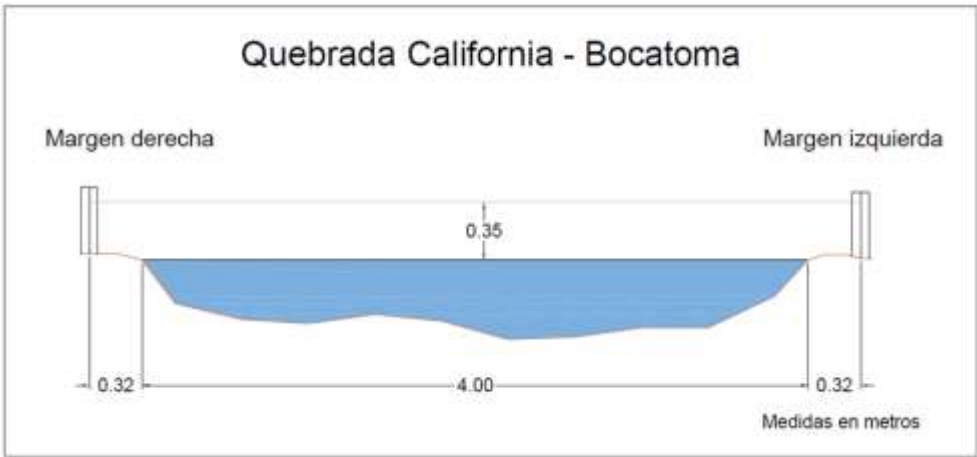
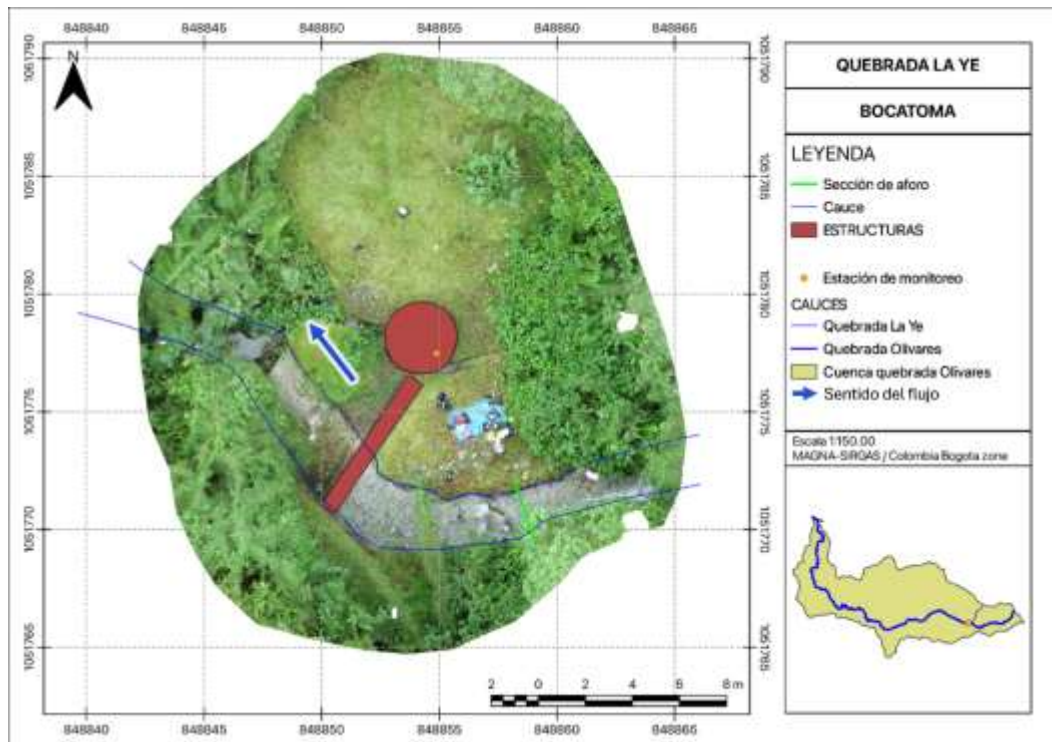


Figura 206. Sección transversal típica quebrada California, medidas correspondientes a uno de los aforos

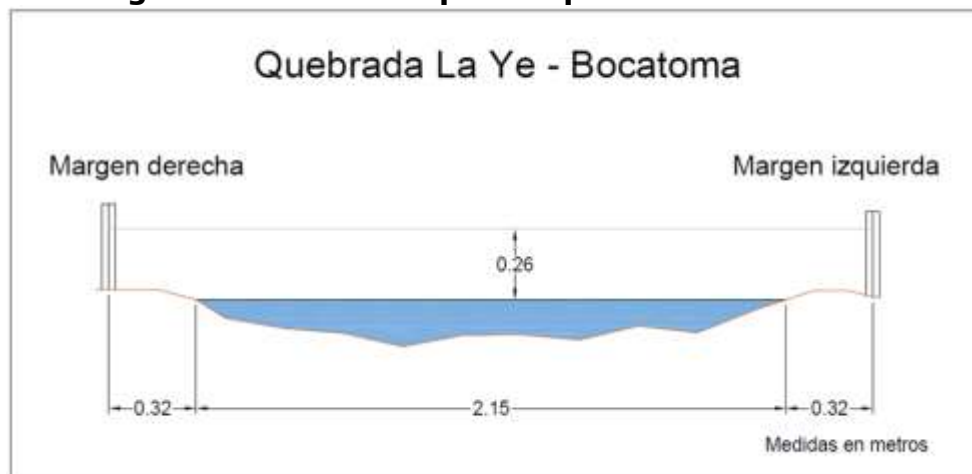
Tabla 41. Resumen de resultados quebrada California

LATITUD		N 4° 59' 3.05"			ELEVACIÓN (msnm)		2341
LONGITUD		W 75° 26' 30.9"					
GENERAL SECCIÓN DE AFORO					RESULTADOS		
Fecha	Ancho de sección	Profundidad media	Profundidad máxima	Perímetro mojado	Velocidad media	Área mojada	Caudal medido
[dd/mm/aaaa]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m²]	[m³/s]
10/11/2021	4.200	0.218	0.290	4.394	0.510	1.050	0.536
1/12/2021	4.200	0.227	0.320	4.409	0.467	1.094	0.511
19/10/2022	4.000	0.353	0.475	4.300	0.665	1.365	0.908
22/11/2022	3.950	0.289	0.370	4.244	0.542	1.086	0.589
19/12/2022	3.900	0.275	0.465	4.566	0.435	1.163	0.506
18/01/2023	3.930	0.293	0.380	4.287	0.576	1.095	0.630
18/09/2023	4.500	0.197	0.280	4.676	0.226	1.023	0.231
18/01/2024	4.200	0.200	0.280	4.375	0.267	0.925	0.247
4/07/2024	3.900	0.303	0.410	4.110	0.446	1.131	0.504
10/10/2024	4.050	0.364	0.445	4.310	0.432	1.411	0.610

## 5.41 Quebrada La Ye



**Figura 207. Vista en planta quebrada La Ye**



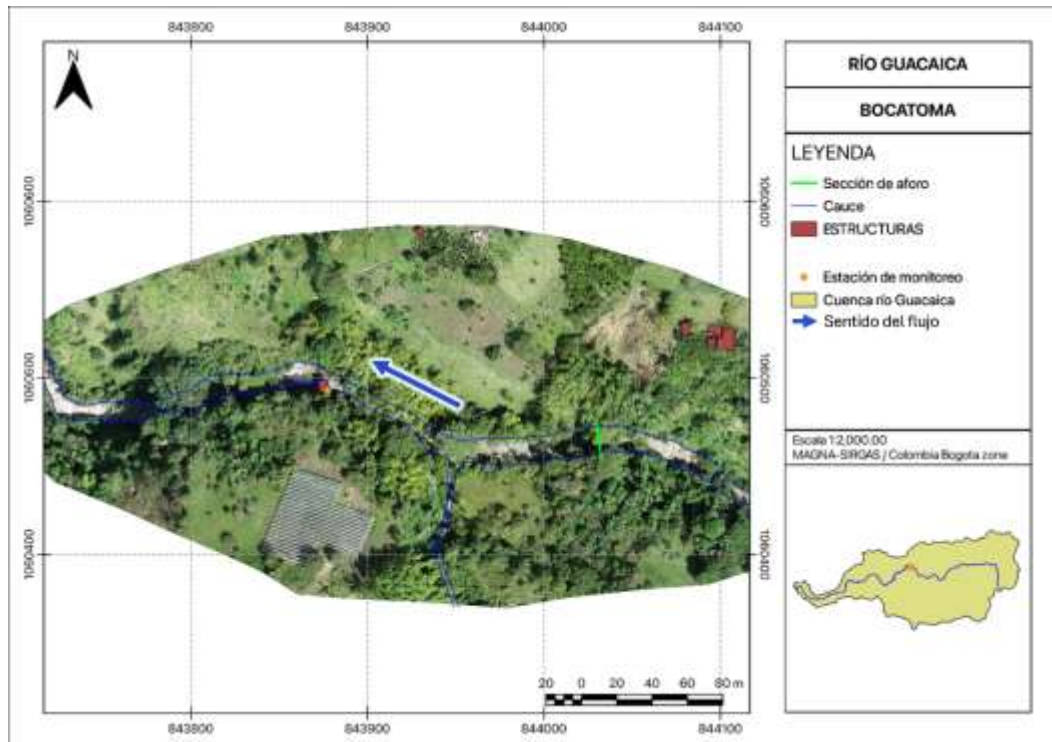
**Figura 208. Sección transversal típica quebrada La Ye, medidas correspondientes a uno de los aforos**

# INFORME DE AFOROS 2025

**Tabla 42. Resumen de resultados quebrada La Ye**

LATITUD				5° 3' 46.44"		ELEVACIÓN (msnm)	2341
LONGITUD				75°26'25.8"			
GENERAL SECCIÓN DE AFORO					RESULTADOS		
Fecha	Ancho de sección	Profundidad media	Profundidad máxima	Perímetro mojado	Velocidad media	Área mojada	Caudal medido
[dd/mm/aaaa]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m²]	[m³/s]
11/11/2021	2.800	0.091	0.130	2.836	0.576	0.292	0.168
1/12/2021	2.800	0.091	0.130	3.034	0.580	0.320	0.186
19/10/2022	2.150	0.109	0.170	2.212	0.596	0.229	0.137
22/11/2022	2.200	0.108	0.150	2.297	0.815	0.228	0.186
19/12/2022	2.050	0.113	0.160	2.184	0.527	0.222	0.117
18/01/2023	2.300	0.156	0.200	2.453	0.690	0.341	0.235
20/09/2023	1.400	0.081	0.130	1.440	0.527	0.130	0.068
22/01/2024	2.800	0.050	0.080	2.821	0.452	0.143	0.065
23/05/2024	2.900	0.090	0.150	2.935	0.519	0.280	0.145
11/10/2024	2.200	0.090	0.125	2.270	0.447	0.205	0.092

## 5.42 Río Guacaica – Bocatoma



**Figura 209. Vista en planta río Guacaica – Bocatoma**

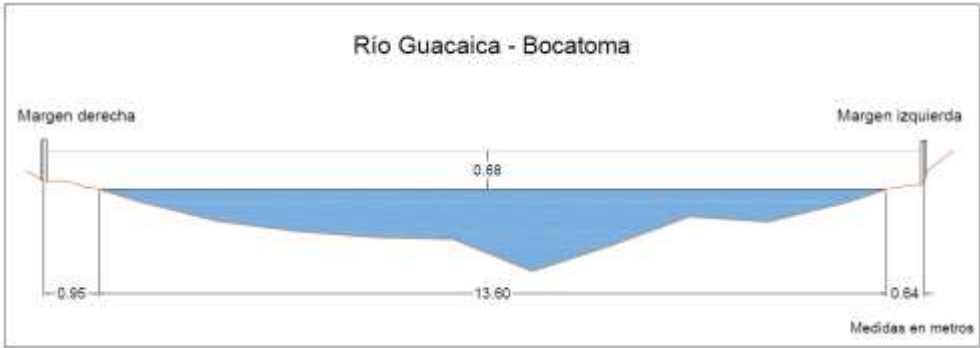


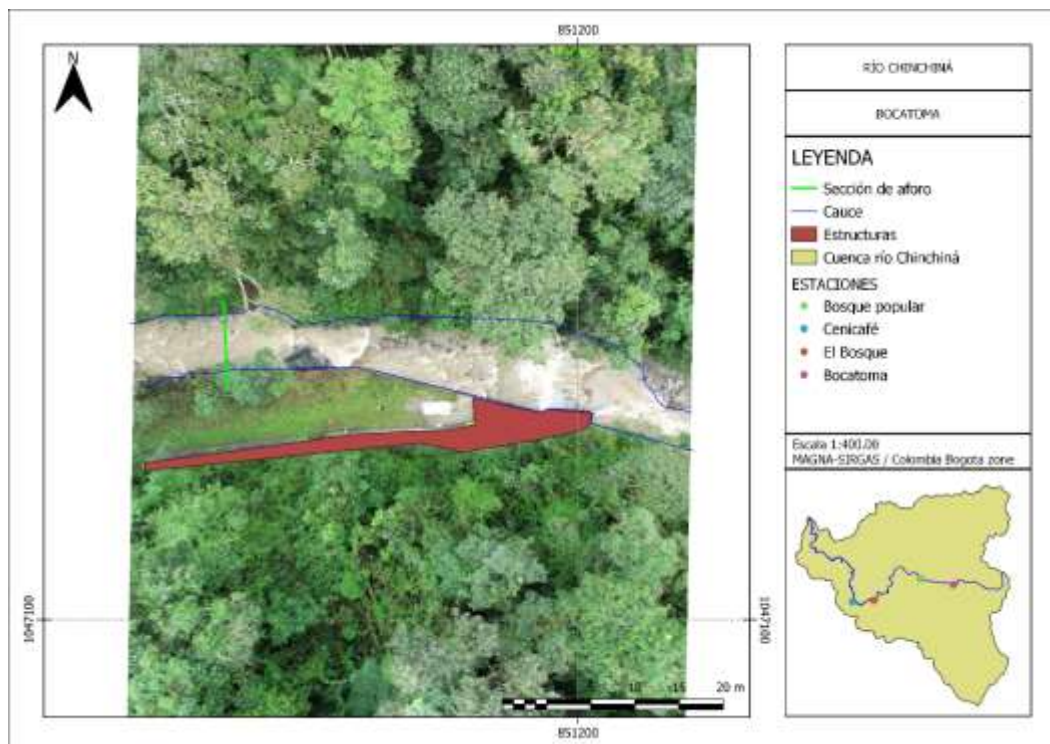
Figura 210. sección transversal típica río Guacaica - Bocatoma, medidas correspondientes a uno de los aforos

Tabla 43. Resumen de resultados río Guacaica - Bocatoma

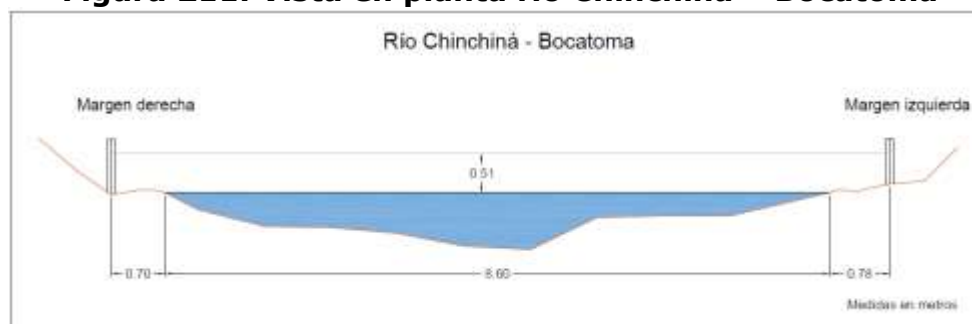
LATITUD		N 5° 8' 16.10"			ELEVACIÓN (msnm)		2097
LONGITUD		W75°29'4.92"					
GENERAL SECCIÓN DE AFORO					RESULTADOS		
Fecha	Ancho de sección	Profundidad media	Profundidad máxima	Perímetro mojado	Velocidad media	Área mojada	Caudal medido
[dd/mm/aaaa]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m²]	[m³/s]
3/12/2021	17.000	0.500	0.723	17.603	0.717	8.673	6.214
6/12/2021	16.300	0.490	0.771	16.938	0.677	8.647	5.855
21/10/2022	13.600	0.668	1.410	14.033	1.224	8.939	10.945
23/11/2022	13.700	0.706	1.125	13.992	1.188	9.461	11.241
20/12/2022	11.800	0.670	1.070	12.480	0.835	7.483	7.397
19/01/2023	13.750	0.772	1.050	14.161	1.122	10.260	11.513
20/09/2023	7.700	0.421	0.607	8.065	0.499	3.114	1.554
22/01/2024	7.800	0.430	0.600	8.023	0.566	3.229	1.827
5/07/2024	14.000	1.390	2.200	15.420	1.745	18.142	31.664
10/10/2024	7.700	0.560	0.830	8.230	0.672	4.155	2.791



## 5.43 Río Chinchiná – Bocatoma



**Figura 211. Vista en planta río Chinchiná – Bocatoma**



**Figura 212. Sección transversal típica río Chinchiná - Bocatoma, medidas correspondientes a uno de los aforos**

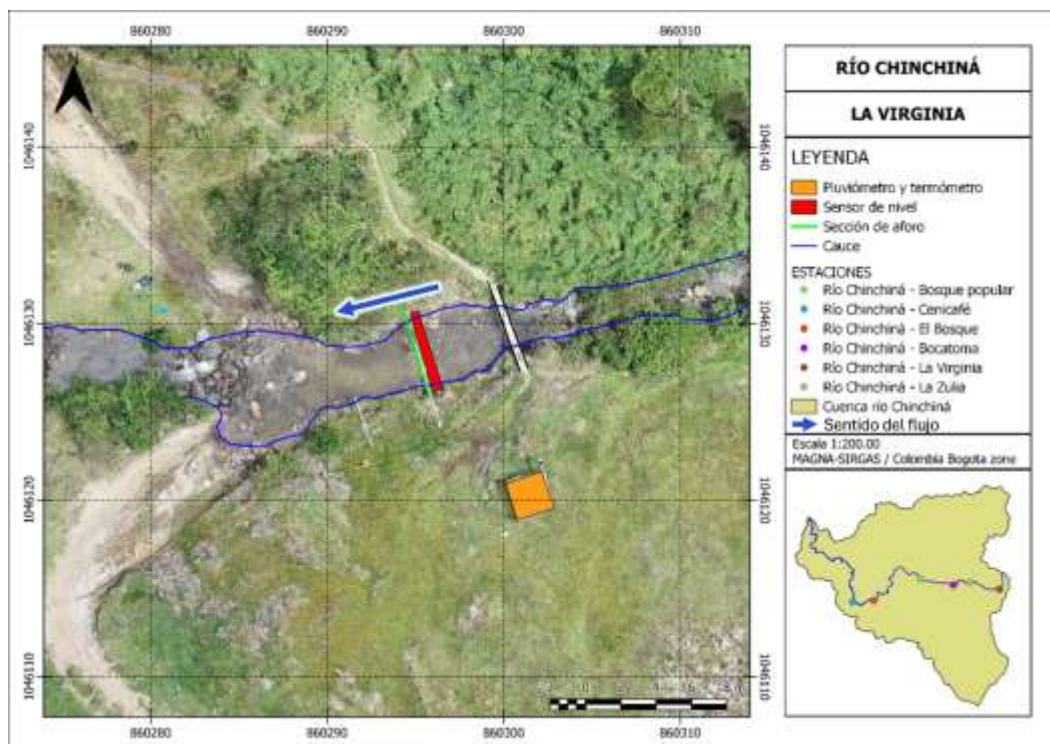
**Tabla 44. Resumen de resultados río Chinchiná - Bocatoma**

ESTACIÓN		Río Chinchiná - Bocatoma						
LATITUD		N5° 8' 30.16"				ELEVACIÓN (msnm)		1693
LONGITUD		W75° 29' 8.33"						
GENERAL SECCIÓN DE AFORO					RESULTADOS			
Fecha	Ancho de sección	Profundidad media	Profundidad máxima	Perímetro mojado	Velocidad media	Área mojada	Caudal medido	
[dd/mm/aaaa]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m²]	[m³/s]	
10/11/2021	10.700	0.203	0.300	10.776	0.661	2.260	1.494	
2/12/2021	10.600	0.178	0.240	10.634	0.656	1.930	1.266	

# INFORME DE AFOROS 2025

21/10/2022	8.600	0.400	0.735	8.828	0.468	3.367	1.577
22/11/2022	8.450	0.288	0.460	8.540	0.648	2.369	1.534
19/12/2022	9.750	0.304	0.510	9.847	0.580	2.902	1.683
18/01/2023	10.200	0.282	0.500	10.283	0.623	2.824	1.759
18/09/2023	10.300	0.282	0.470	10.617	0.339	3.068	1.039
18/01/2024	10.400	0.177	0.440	10.649	0.396	1.988	0.788
4/07/2024	10.900	0.309	0.585	11.230	0.635	3.147	1.999
10/10/2024	10.500	0.324	0.525	10.760	0.410	3.343	1.372

## 5.44 Río Chinchiná – La Virginia



**Figura 213. Vista en planta río Chinchiná - La Virginia**

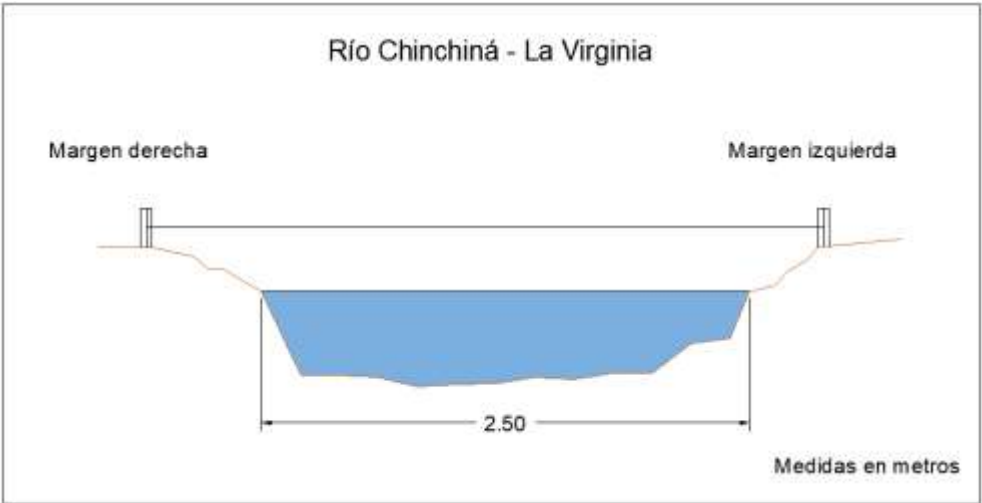
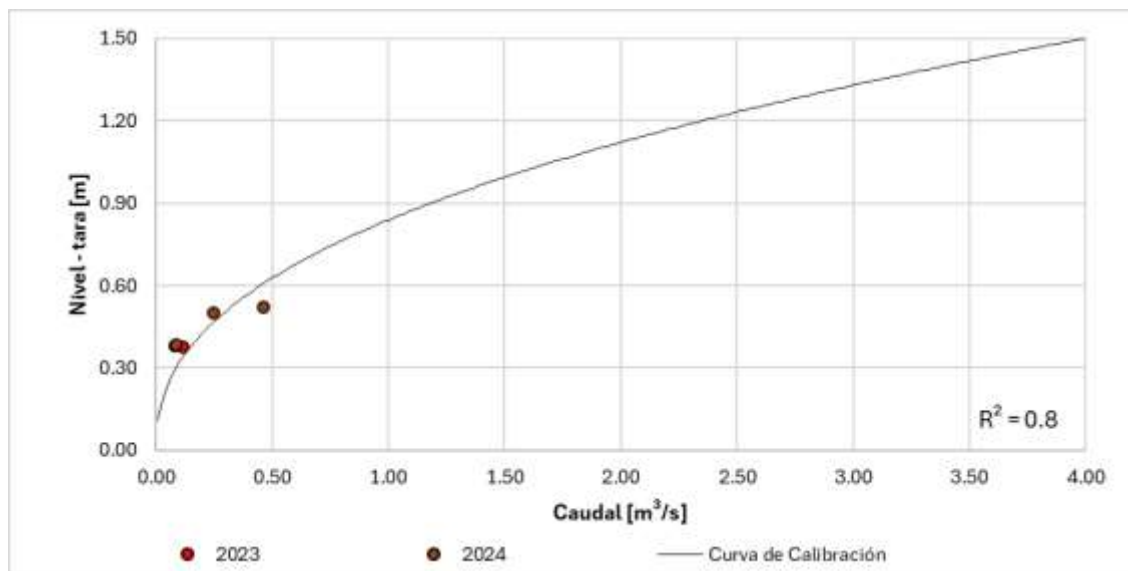


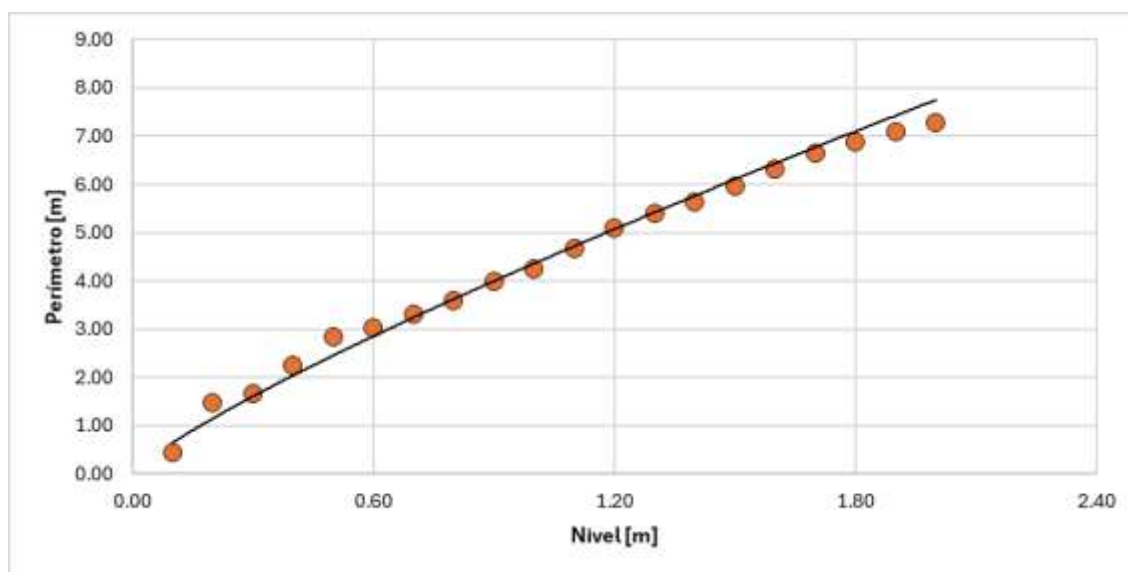
Figura 214. sección transversal típica río Chinchiná - La Virginia, medidas correspondientes a uno de los aforos

Tabla 45. Resumen de resultados río Chinchiná - La Virginia

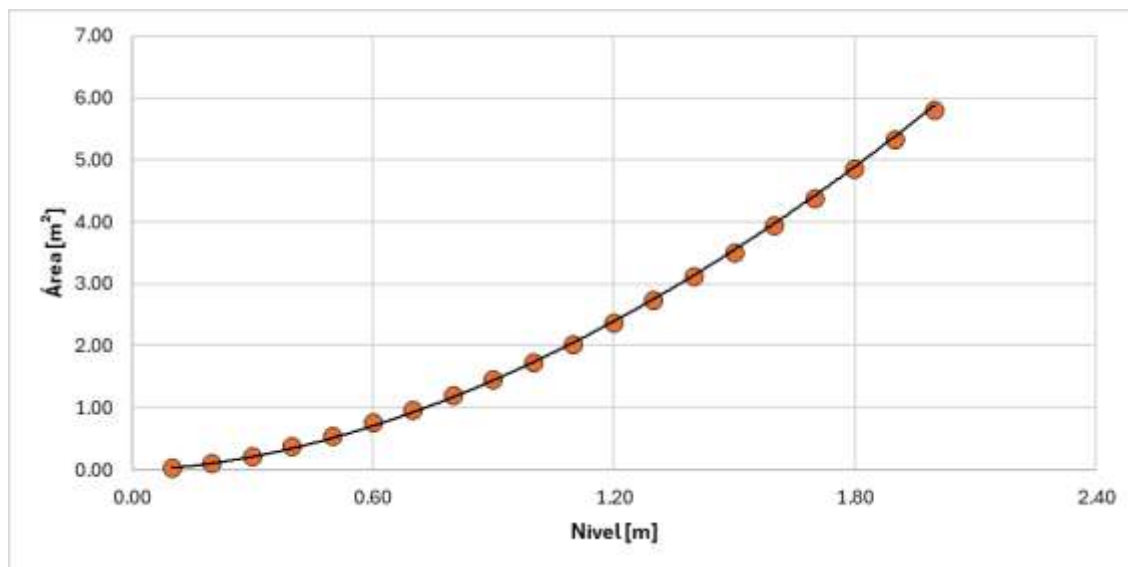
LATITUD		N 5° 0' 43.9"			ELEVACIÓN (msnm)	3375	
LONGITUD		W 75° 20' 13.6"					
GENERAL SECCIÓN DE AFORO					RESULTADOS		
Fecha	Ancho de sección	Profundidad media	Profundidad máxima	Perímetro mojado	Velocidad media	Área mojada	Caudal medido
[dd/mm/aaaa]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m²]	[m³/s]
19/09/2023	2.500	0.356	0.490	2.780	0.117	0.984	0.115
18/01/2024	2.800	0.107	0.210	2.950	0.242	0.333	0.081
6/02/2024	2.600	0.125	0.250	2.770	0.248	0.350	0.087
3/07/2024	4.200	0.300	0.430	4.490	0.383	1.209	0.463
10/10/2024	4.000	0.250	0.370	4.560	0.252	0.974	0.246



**Figura 215. Curva de calibración río Chinchiná - La Virginia**

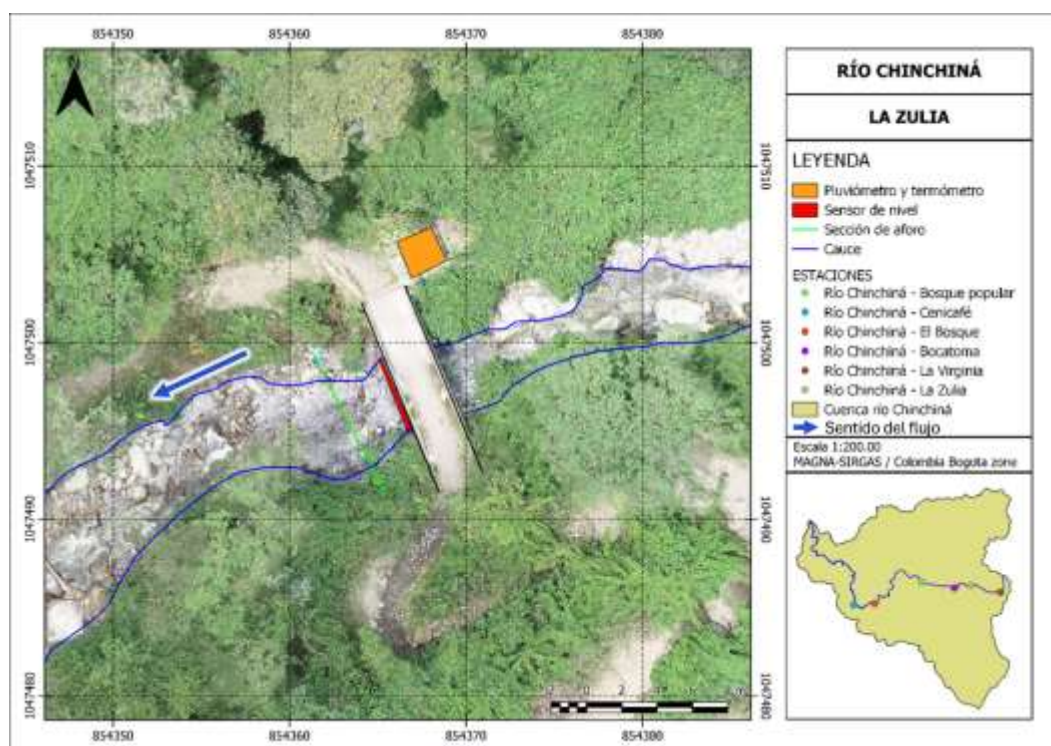


**Figura 216. Relación nivel - perímetro río Chinchiná - La Virginia (nivel para una sección típica del cauce)**



**Figura 217. Relación nivel - área río Chinchiná - La Virginia**

## 5.45 Río Chinchiná – La Zulia



**Figura 218. Vista en planta río Chinchiná - La Zulia**



INFORME DE AFOROS 2025

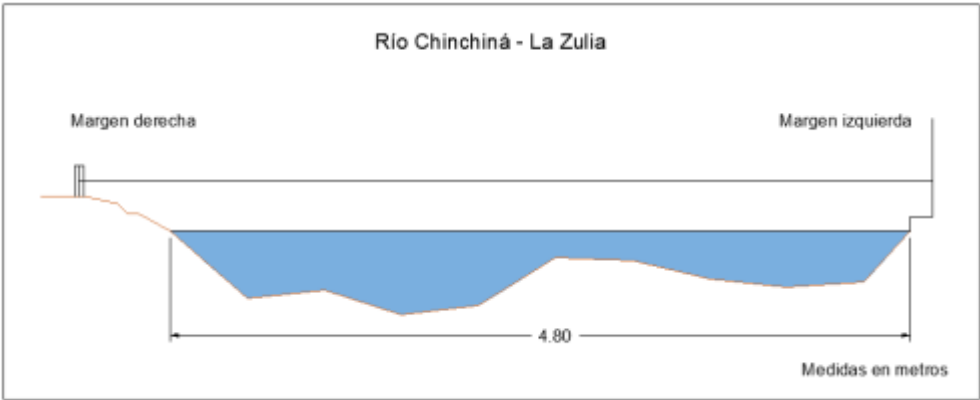


Figura 219. Sección transversal típica río Chinchiná - La Zulia, medidas correspondientes a uno de los aforos

Tabla 46. Resumen de resultados río Chinchiná - La Zulia

LATITUD		N 5° 1' 27.8"			ELEVACIÓN (msnm)	2702	
LONGITUD		W 75° 23' 26.5"					
GENERAL SECCIÓN DE AFORO					RESULTADOS		
Fecha	Ancho de sección	Profundidad media	Profundidad máxima	Perímetro mojado	Velocidad media	Área mojada	Caudal medido
[dd/mm/aaaa]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m²]	[m³/s]
19/09/2023	4.800	0.290	0.540	5.243	0.342	1.562	0.534
18/01/2024	4.500	0.240	0.410	4.916	0.420	1.202	0.505
6/02/2024	4.200	0.231	0.430	4.600	0.500	1.089	0.545
4/07/2024	5.800	0.540	0.870	6.740	0.488	3.018	1.472
10/10/2024	5.450	0.430	0.680	6.020	0.434	2.234	0.970

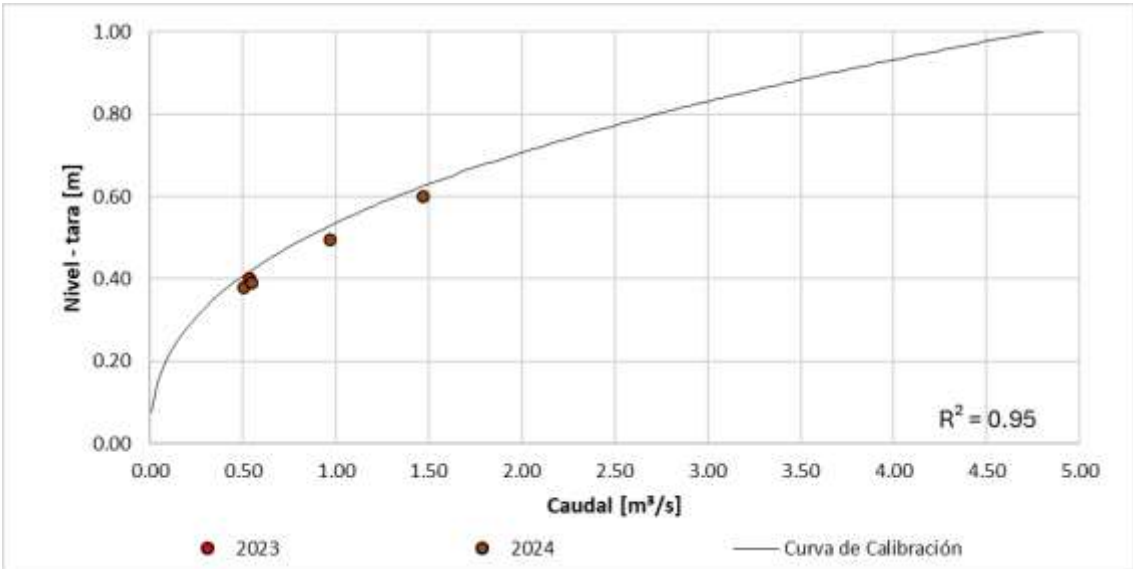
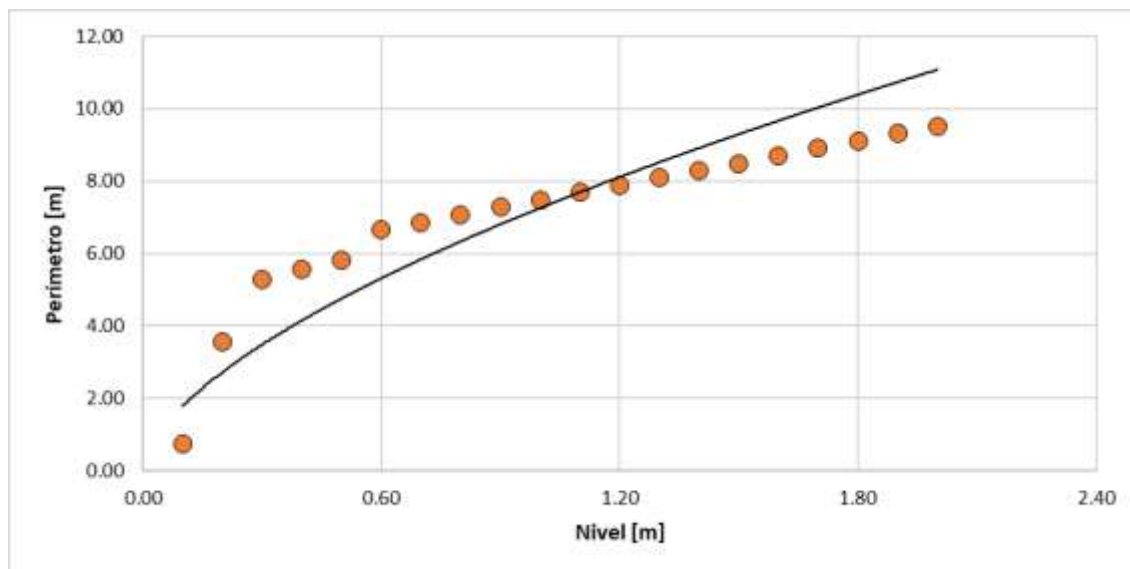
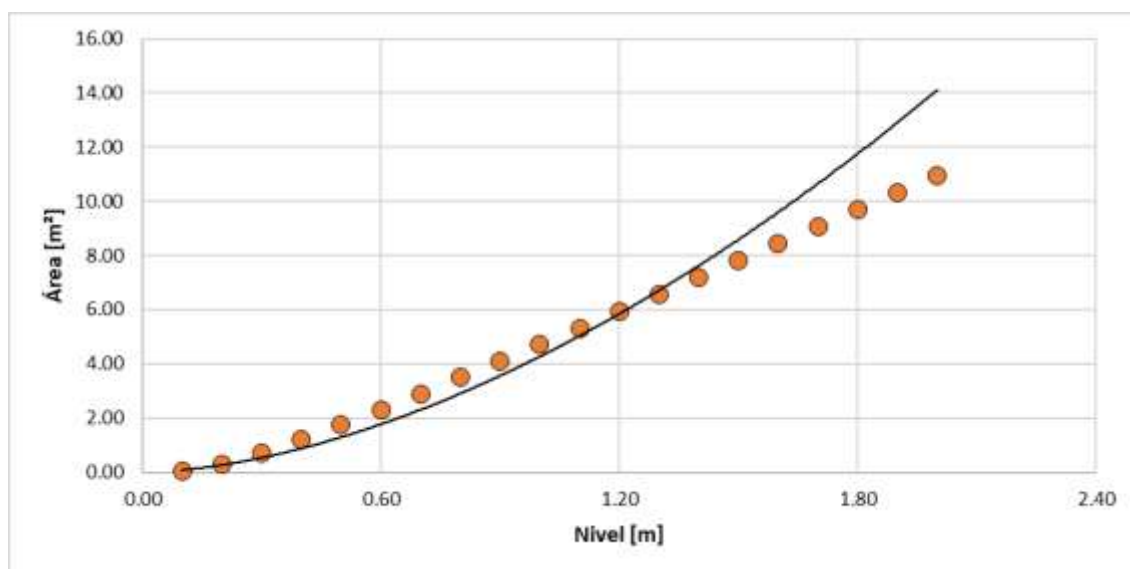


Figura 220. Curva de calibración río Chinchiná - La Zulia





**Figura 221. Relación nivel - perímetro río Chinchiná - La Zulia (nivel para una sección típica del cauce)**



**Figura 222. Relación nivel - área río Chinchiná - La Zulia (nivel para una sección típica del cauce)**

## 6 RESUMEN ECUACIONES DE CALIBRACIÓN

A continuación, se presenta la ecuación para estimar el caudal líquido, el perímetro y el área mojada para cada una de las estaciones en función del nivel, para hacer uso de la ecuación es importante tener en cuenta lo siguiente:

- En los canales de lecho fijo el nivel medido por el sensor ( $z$ ) es igual al nivel del cauce ( $y$ ).
- Los cauces con lechos naturales están propensos a procesos de socavación de fondo, con lo cual se puede ver modificada la tara o altura desde el sensor hasta el fondo del cauce; para evitar los valores negativos, la tara no está medida hasta el fondo del lecho sino 200 cm por debajo. Dicha distancia se denomina  $Z_0$  y se debe tener en cuenta en las estaciones susceptibles de presentar socavación.
- Los valores arrojados por el sensor se dan en cm y la ecuación da como resultado el caudal en  $m^3/s$ ; por tanto, para hacer el cálculo del caudal es necesario restar el valor de  **$Z_0$**  al nivel medido por el sensor  **$Z$**  y hacer la conversión de **cm** a **m** antes de calcular el caudal.

**Tabla 47. Resumen de ecuaciones de caudal, perímetro y área para todas las estaciones**

	Estación	Caudal [ $m^3/s$ ]	Perímetro [m]	Área [ $m^2$ ]	$Z_0$ [cm]
1	Quebrada Cristales - Valles de la Alhambra	$0.287(z-z_0)^{2.165}$	$3.311(z-z_0)^{0.4414}$	$0.444(z-z_0)^{1.4756}$	200
2	Quebrada el Bohío - Vereda el Águila	$0.091(z-z_0)^{2.2032}$	$2.524(z-z_0)^{0.6059}$	$0.388(z-z_0)^{1.5643}$	200
3	Quebrada el Guamo - CDI San Sebastián	$6.188(z-z_0)^{2.2731}$	$7.297(z-z_0)^{0.482}$	$6.570(z-z_0)^{1.5567}$	200
4	Quebrada el Guamo - Lavadero Los Puentes	$2.922(z-z_0)^{2.627}$	$11.001(z-z_0)^{0.3518}$	$2.867(z-z_0)^{1.7169}$	200
5	Quebrada el Perro - Expoferias	$5.175(z-z_0)^{2.8174}$	$8.373(z-z_0)^{0.9645}$	$1.839(z-z_0)^{2.0973}$	200
6	Quebrada el Rosario - Autopistas	$1.306(z-z_0)^{2.4157}$	$4.764(z-z_0)^{0.4505}$	$1.366(z-z_0)^{1.6296}$	0

# INFORME DE AFOROS 2025

	<b>Estación</b>	<b>Caudal [m³/s]</b>	<b>Perímetro [m]</b>	<b>Área [m²]</b>	<b>Z<sub>0</sub> [cm]</b>
7	Quebrada el Rosario - San Marcos de León	$1.218(z-z_0)^{2.4179}$	$7.159(z-z_0)^{0.4576}$	$3.510(z-z_0)^{1.6338}$	200
8	Quebrada el Triunfo - Mirador de Villapilar	$20.760(z-z_0)^{2.5024}$	$25.698(z-z_0)^{0.9786}$	$44.962(z-z_0)^{1.8929}$	0
9	Quebrada Guayabal - Recinto del Pensamiento	$0.964(z-z_0)^{2.3677}$	$4.956(z-z_0)^{0.5825}$	$2.166(z-z_0)^{1.6712}$	200
10	Quebrada la Francia - Los Puentes	$13.923(z-z_0)^{2.2945}$	$14.656(z-z_0)^{0.7299}$	$20.976(z-z_0)^{1.6686}$	200
11	Quebrada las Pavas - Autopistas de café	$1.206(z-z_0)^{1.7535}$	$5.500(z-z_0)^{0.1825}$	$2.600(z-z_0)^{1.1251}$	200
12	Quebrada Manizales - Maltería	$21.294(z-z_0)^{2.3023}$	$12.082(z-z_0)^{0.5456}$	$16.235(z-z_0)^{1.5731}$	200
13	Quebrada Manzanares - IBC	$29.691(z-z_0)^{2.4345}$	$15.750(z-z_0)^{0.6604}$	$15.972(z-z_0)^{1.7248}$	200
14	Quebrada Marmato - CHEC	$1.792(z-z_0)^{2.6036}$	$12.385(z-z_0)^{0.7848}$	$8.058(z-z_0)^{1.8761}$	200
15	Quebrada Olivares - Aguas de Manizales	$42.540(z-z_0)^{1.861}$	$16.437(z-z_0)^{0.2911}$	$30.094(z-z_0)^{1.2331}$	200
16	Quebrada Olivares - Bocatoma	$1.876(z-z_0)^{2.4442}$	$9.795(z-z_0)^{0.9892}$	$5.326(z-z_0)^{1.8953}$	200
17	Quebrada Olivares - Bomberos voluntarios	$0.426(z-z_0)^{2.0697}$	$9.406(z-z_0)^{0.2574}$	$1.586(z-z_0)^{1.3346}$	200
18	Quebrada Olivares - El Popal	$1.869(z-z_0)^{2.3334}$	$7.459(z-z_0)^{0.5111}$	$3.156(z-z_0)^{1.6012}$	200
19	Quebrada Palogrande - Ruta 30	$8.995(z-z_0)^{1.7141}$	$5.018(z-z_0)^{0.3093}$	$4.142(z-z_0)^{1.1522}$	0
20	Quebrada Palogrande - Terminal de Transporte	$0.856(z-z_0)^{2.3433}$	$3.430(z-z_0)^{0.1598}$	$0.528(z-z_0)^{1.4695}$	200
21	Quebrada Salinas - EMAS	$0.774(z-z_0)^{1.7488}$	$4.521(z-z_0)^{0.6325}$	$1.410(z-z_0)^{1.3023}$	200
22	Quebrada Tesorito	$2.673(z-z_0)^{1.9518}$	$9.124(z-z_0)^{0.2881}$	$5.289(z-z_0)^{1.3128}$	200
23	Río Chinchiná - La Virginia	$1.519(z-z_0)^{2.3802}$	$4.359(z-z_0)^{0.8295}$	$1.739(z-z_0)^{1.7599}$	0
24	Río Chinchiná - La Zulia	$4.728(z-z_0)^{2.463}$	$7.256(z-z_0)^{0.6107}$	$4.273(z-z_0)^{1.7222}$	0
25	Río Chinchiná - Bosque Popular	$3.317(z-z_0)^{2.4053}$	$11.469(z-z_0)^{0.6733}$	$5.984(z-z_0)^{1.7125}$	200
26	Río Chinchiná - Cenicafe	$19.094(z-z_0)^{2.1717}$	$22.839(z-z_0)^{0.2884}$	$24.525(z-z_0)^{1.4102}$	200
27	Río Chinchiná - El Bosque	$7.748(z-z_0)^{2.6174}$	$26.024(z-z_0)^{0.7197}$	$11.711(z-z_0)^{1.865}$	200
28	Río Doña Juana	$7.926(z-z_0)^{2.5544}$	$31.834(z-z_0)^{0.194}$	$17.853(z-z_0)^{1.5464}$	0
29	Río Guacaica - CHEC	$0.638(z-z_0)^{2.7389}$	$6.127(z-z_0)^{0.9377}$	$1.466(z-z_0)^{2.0184}$	200
30	Río Guacaica - El Jordán	$2.955(z-z_0)^{2.7278}$	$13.793(z-z_0)^{0.7268}$	$5.960(z-z_0)^{1.8918}$	200
31	Río Pácora	$6.763(z-z_0)^{2.309}$	$20.011(z-z_0)^{0.4468}$	$17.064(z-z_0)^{1.5736}$	0
32	Río Pensilvania - Microcentral	$1.090(z-z_0)^{2.7008}$	$10.536(z-z_0)^{0.7272}$	$3.945(z-z_0)^{1.9114}$	200
33	Río Pozo	$18.676(z-z_0)^{2.5542}$	$17.925(z-z_0)^{0.6324}$	$12.070(z-z_0)^{1.7855}$	200
34	Río Rioclaro - La Batea	$3.540(z-z_0)^{2.8774}$	$10.816(z-z_0)^{0.9943}$	$4.013(z-z_0)^{2.1241}$	200

# INFORME DE AFOROS 2025

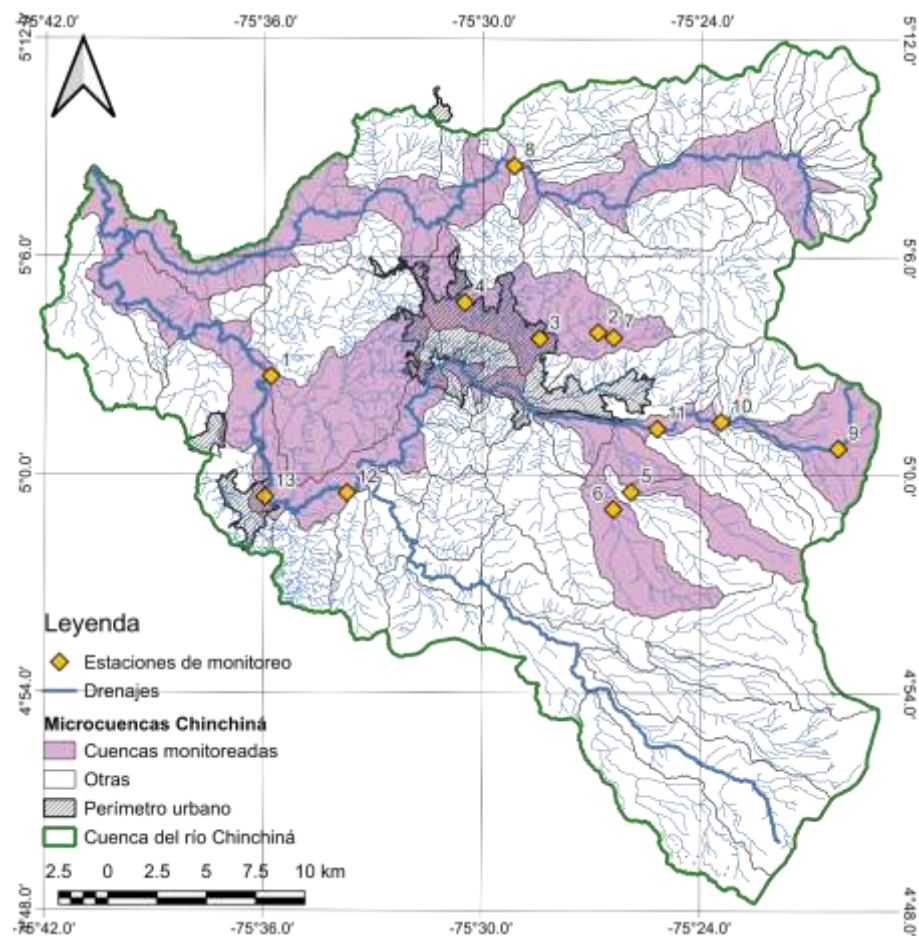
	<b>Estación</b>	<b>Caudal [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>Perímetro [m]</b>	<b>Área [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Z<sub>0</sub> [cm]</b>
35	Río Rioclaro - La Guayana	$3.734(z-z_0)^{2.3825}$	$11.939(z-z_0)^{0.6534}$	$5.020(z-z_0)^{1.6961}$	200
36	Río Risaralda - Camping La Palmera	$3.584(z-z_0)^{2.6409}$	$27.103(z-z_0)^{0.5645}$	$7.289(z-z_0)^{1.8104}$	200
37	Río Santo Domingo - Manzanares	$103.200(z-z_0)^{2.325}$	$23.745(z-z_0)^{0.5712}$	$46.497(z-z_0)^{1.6235}$	200
38	Río Supía - Piononos	$1.797(z-z_0)^{2.6933}$	$24.458(z-z_0)^{0.7344}$	$7.449(z-z_0)^{1.9097}$	200
39	Río Supía - Supía	$54.584(z-z_0)^{2.4481}$	$33.354(z-z_0)^{0.7099}$	$36.908(z-z_0)^{1.7528}$	200
40	Río Tapias	$34.345(z-z_0)^{2.4694}$	$24.642(z-z_0)^{0.3969}$	$24.156(z-z_0)^{1.6404}$	200

## 7 RESULTADOS DE AFOROS DE CAUDAL SÓLIDO

Las estaciones que tienen medición de la carga de sedimentos se encuentran en la cuenca del río Chinchiná (Tabla 48 y Figura 223)

**Tabla 48. Estaciones con monitoreo de carga de sedimentos**

Estación	Ubicación	Altitud	Año instalación	Caudal sólido
1 Quebrada el Rosario - Autopistas	N 5° 2' 41.77" W 75° 35' 48.28"	1131	2017	4
2 Quebrada Olivares - Bocatoma	N 5° 3' 55.74" W 75° 26' 50.25"	2242	2014	4
3 Quebrada Olivares - El Popal	N 5° 3' 43.81" W 75° 28' 26.17"	2091	2011	5
4 Quebrada Salinas - EMAS	N 5° 4' 42.21" W 75° 30' 29.91"	2020	2015	3
5 Quebrada Termales - Bocatoma	N 4° 59' 31.94" W 75° 25' 04"	2440	2005	10
6 Quebrada California - Bocatoma	N 4° 59' 3.05" W 75° 26' 30.9"	2341	2011	10
7 Quebrada La Ye - Bocatoma	N 5° 3' 46.6" W 75° 26' 25.5"	2258	2014	10
8 Río Guacaica - Bocatoma	N 5° 8' 16.10" W 75° 29' 4.92"	1693	2014	10
9 Río Chinchiná - La Virginia	N 5° 0' 43.92" W 75° 20' 13.56"	3384	2023	5
10 Río Chinchiná - La Zulia	N 5° 1' 23.52" W 75° 23' 24.72"	2676	2023	5
11 Río Chinchiná - Bocatoma	N 5° 1' 16.09" W 75° 25' 3.95"	2260	2008	10
12 Río Chinchiná - El Bosque	N 4° 59' 37.55" W 75° 33' 55.36"	1405	2013	6
13 Río Chinchiná - Cenicafé	N 4° 59' 23.55" W 75° 36' 0.91"	1294	2013	6
			<b>Total Aforos</b>	<b>88</b>



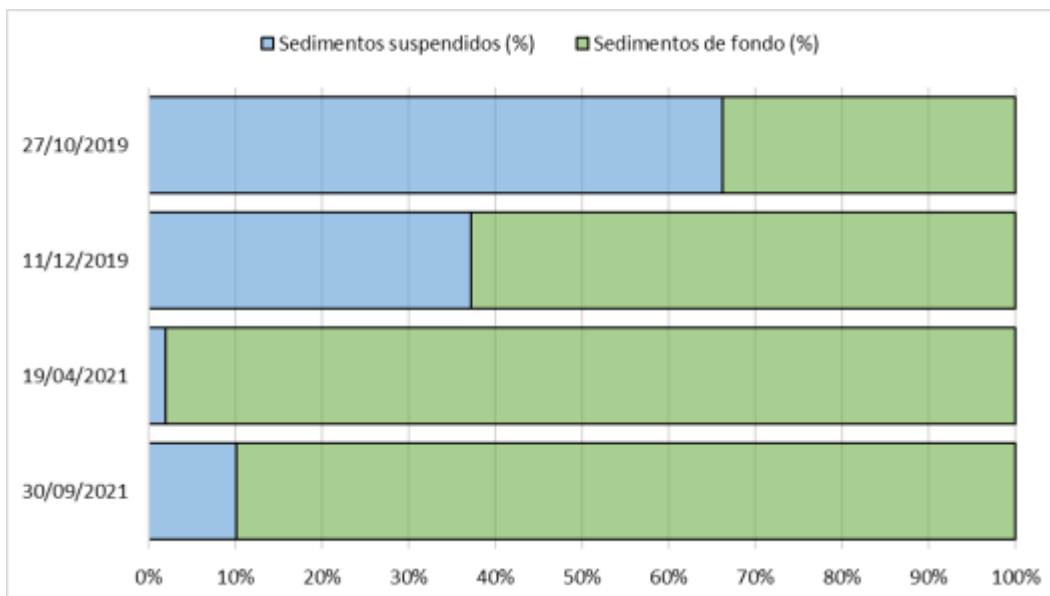
**Figura 223. Estaciones y microcuencas con medición de sedimentos, la numeración de las estaciones corresponde a la Tabla 48**

## 7.1 Quebrada El Rosario Autopistas

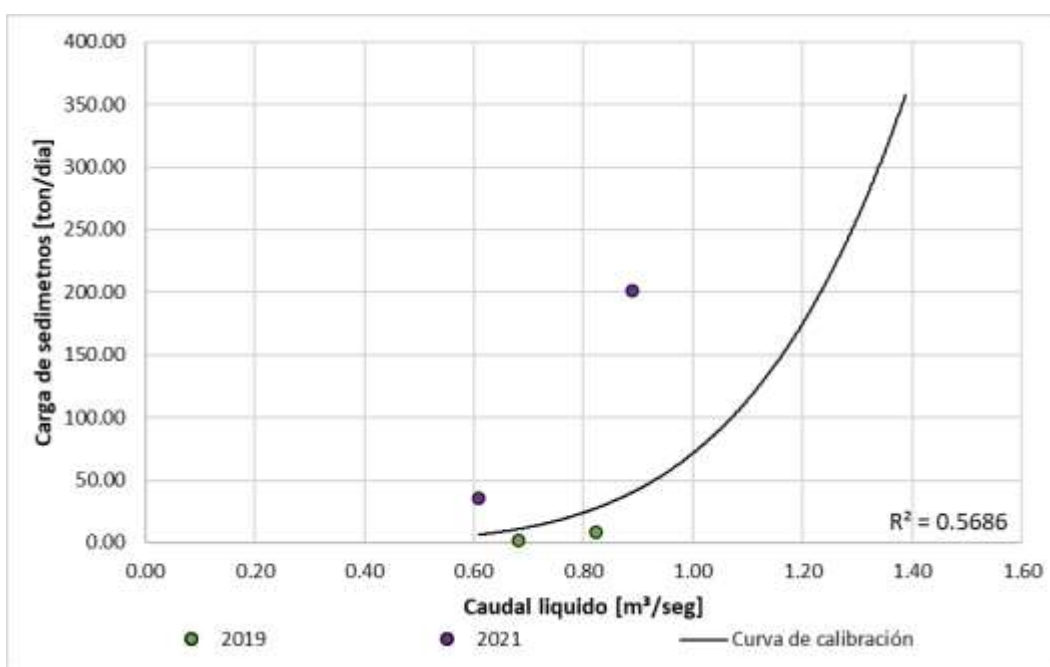
**Tabla 49. Carga de sedimentos quebrada El Rosario - Autopistas**

Fecha aforo (dd-mm-aa)	Velocidad media [m/s]	Área Mojada [m <sup>2</sup> ]	Caudal líquido [m <sup>3</sup> /s]	Carga sedimentos de fondo (ton/día)	Sedimentos de fondo (%)	Carga sedimentos suspendidos (ton/día)	Sedimentos suspendidos (%)	Carga Total (ton/día)
27/10/2019	0.825	0.827	0.682	0.449	33.76%	0.881	66.24%	1.330
11/12/2019	0.910	0.904	0.822	4.953	62.78%	2.937	37.22%	7.890
19/04/2021	0.515	1.184	0.609	34.548	98.01%	0.702	1.99%	35.250
30/09/2021	0.495	1.795	0.888	181.253	89.89%	20.386	10.11%	201.639





**Figura 224. Proporción de carga de sedimentos quebrada El Rosario – Autopistas**



**Figura 225. Curva de calibración caudal líquido - carga de sedimentos quebrada El Rosario - Autopistas**

# INFORME DE AFOROS 2025

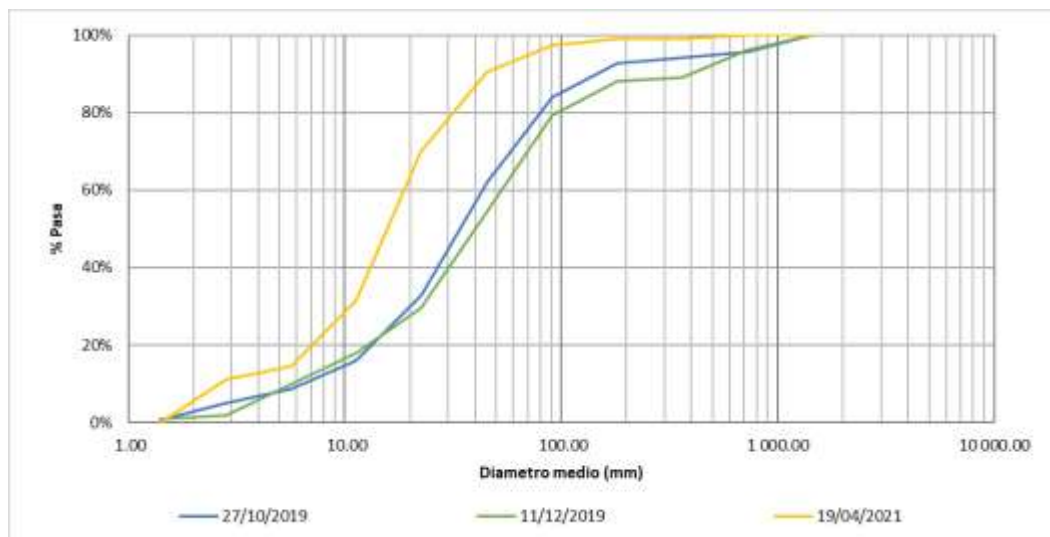
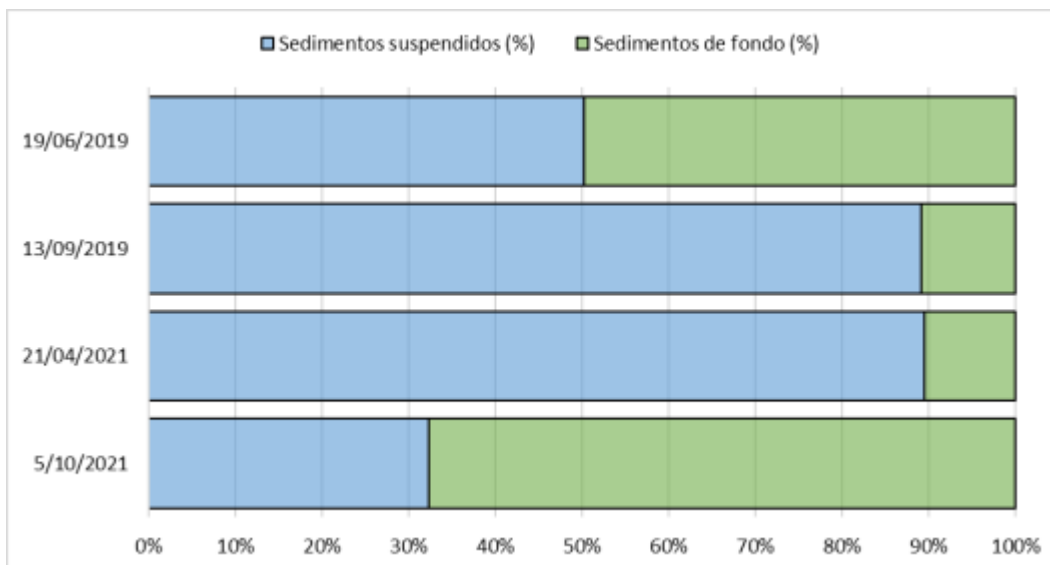


Figura 226. Caracterización del lecho quebrada El Rosario – Autopistas

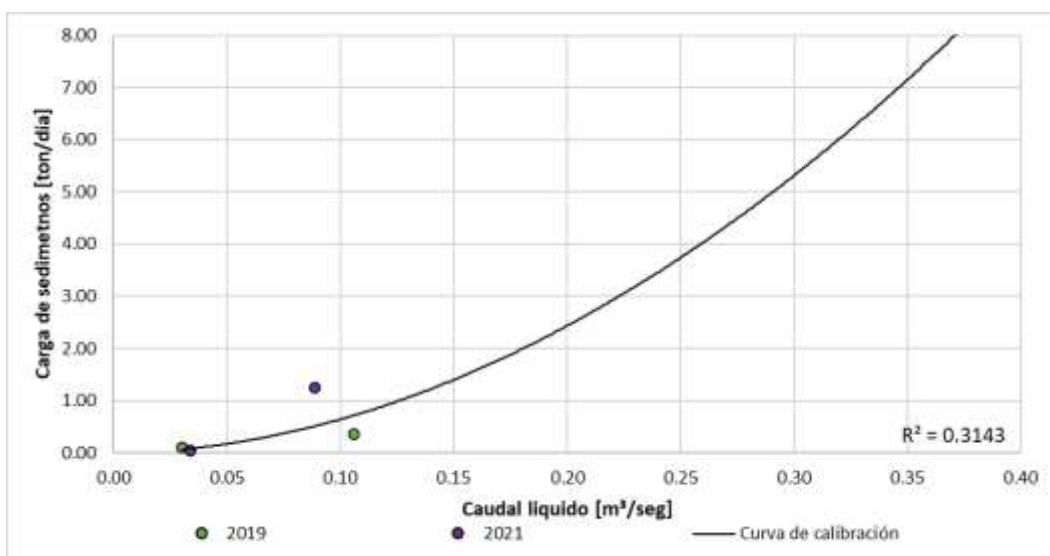
## 7.2 Quebrada Olivares – Bocatoma

Tabla 50. Carga de sedimentos quebrada Olivares - Bocatoma

<i>ESTACIÓN</i>		<i>QUEBRADA OLIVARES - BOCATOMA</i>						
<i>Fecha aforo (dd-mm-aa)</i>	<i>Velocidad media [m/s]</i>	<i>Área Mojada [m²]</i>	<i>Caudal líquido [m³/s]</i>	<i>Carga sedimentos suspendidos (ton/día)</i>	<i>Sedimentos suspendidos (%)</i>	<i>Carga sedimentos de fondo (ton/día)</i>	<i>Sedimentos de fondo (%)</i>	<i>Carga Total (ton/día)</i>
<b>19/06/2019</b>	0.233	0.465	0.106	0.181	50.28%	0.179	49.72%	0.360
<b>13/09/2019</b>	0.127	0.237	0.030	0.098	89.09%	0.012	10.91%	0.110
<b>21/04/2021</b>	0.091	0.376	0.034	0.034	89.47%	0.004	10.53%	0.038
<b>5/10/2021</b>	0.194	0.459	0.089	0.402	32.29%	0.843	67.71%	1.245

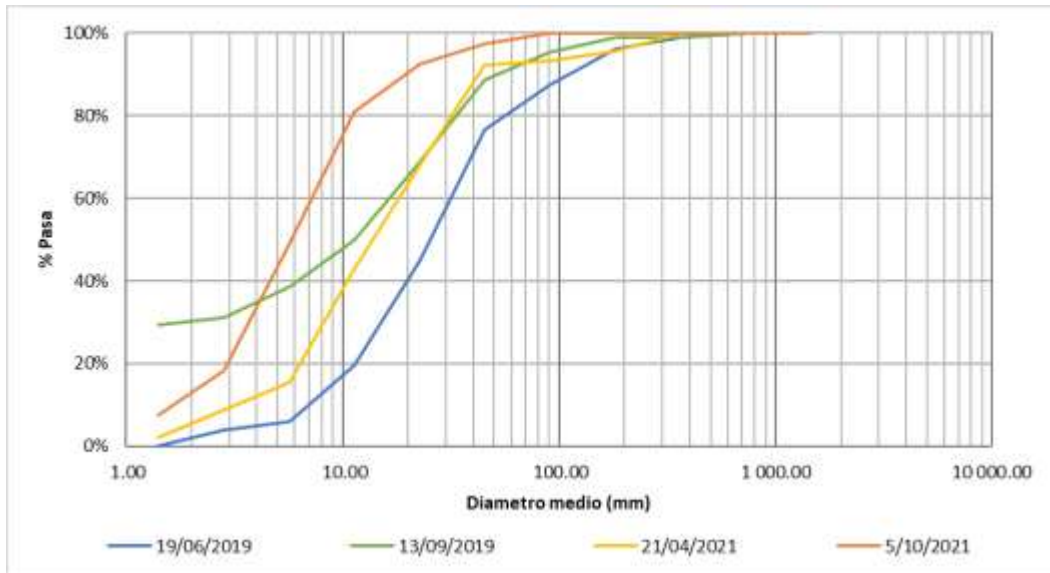


**Figura 227. Proporción carga de sedimentos quebrada Olivares – Bocatoma**



**Figura 228. Curva de calibración caudal líquido – carga de sedimentos quebrada Olivares – Bocatoma**

# INFORME DE AFOROS 2025

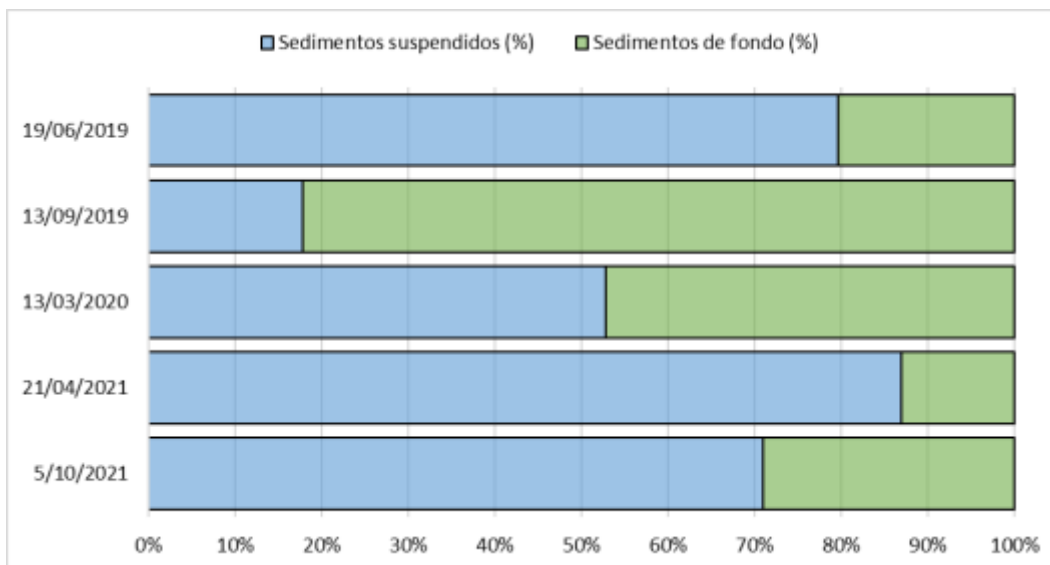


**Figura 229. Caracterización del lecho quebrada Olivares – Bocatoma**

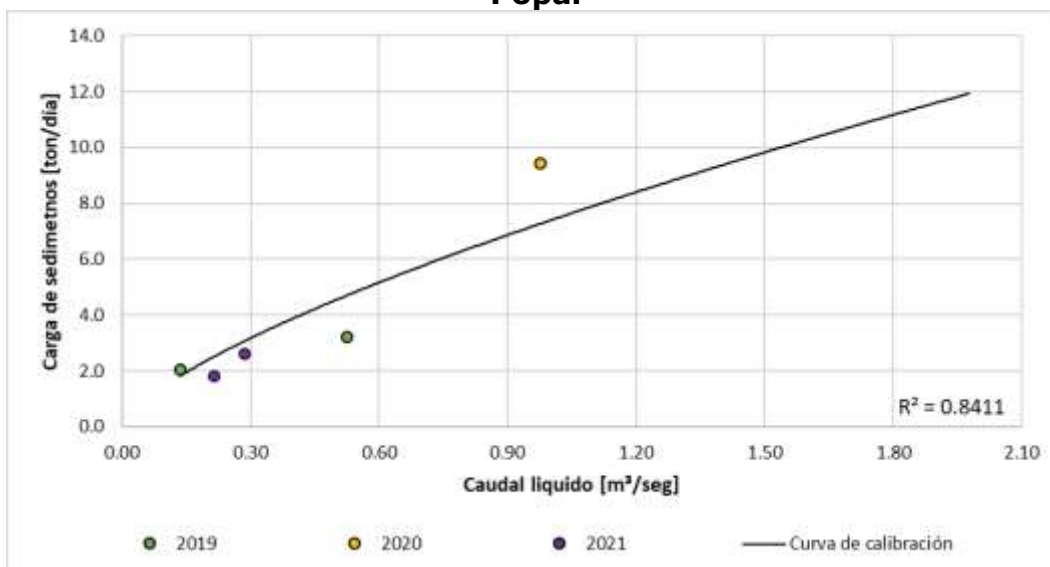
## 7.3 Quebrada Olivares – El Popal

**Tabla 51. Carga de sedimentos quebrada Olivares - El Popal**

<b>ESTACIÓN</b>		<b>QUEBRADA OLIVARES - EL POPAL</b>						
<b>Fecha aforo (dd-mm-aa)</b>	<b>Velocidad media [m/s]</b>	<b>Área Mojada [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Caudal líquido (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Carga sedimentos suspendidos (ton/día)</b>	<b>Sedimentos suspendidos (%)</b>	<b>Carga sedimentos de fondo (ton/día)</b>	<b>Sedimentos de fondo (%)</b>	<b>Carga Total (ton/día)</b>
<b>19/06/2019</b>	0.332	1.580	0.525	2.555	79.62%	0.654	20.38%	3.209
<b>13/09/2019</b>	0.092	1.466	0.136	0.365	17.82%	1.683	82.18%	2.048
<b>13/03/2020</b>	0.396	2.462	0.976	4.978	52.78%	4.453	47.22%	9.431
<b>21/04/2021</b>	0.114	1.888	0.215	1.582	86.98%	0.237	13.02%	1.819
<b>5/10/2021</b>	0.144	1.985	0.286	1.859	71.01%	0.759	28.99%	2.618



**Figura 230. Proporción carga de sedimentos quebrada Olivares - El Popal**



**Figura 231. Curva de calibración caudal líquido - carga de sedimentos quebrada Olivares - El Popal**

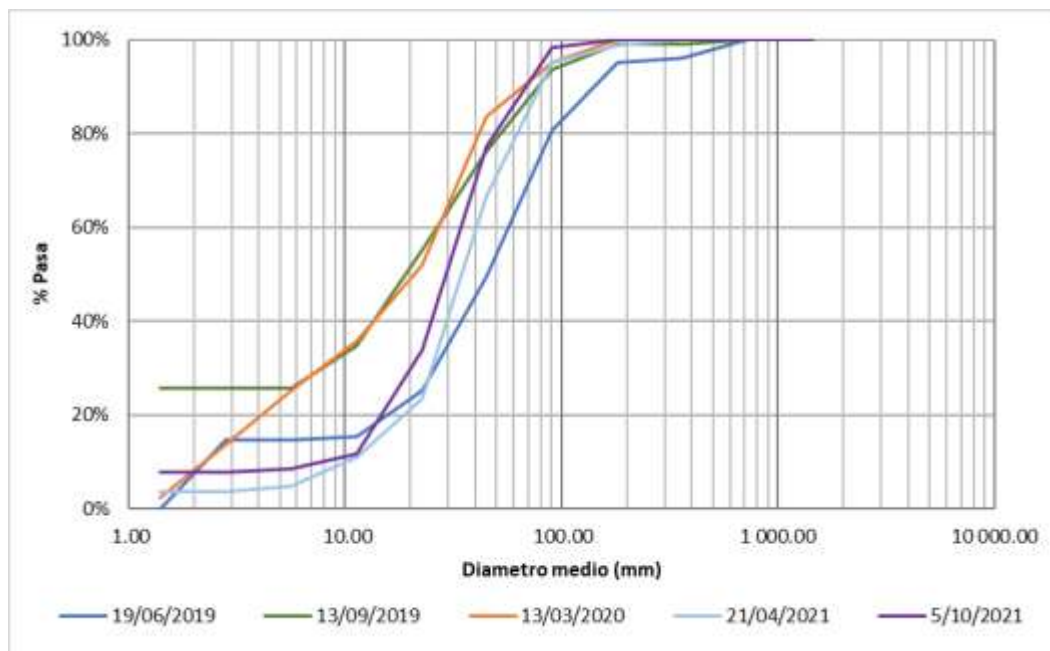


Figura 232. Caracterización del lecho quebrada Olivares - El Popal

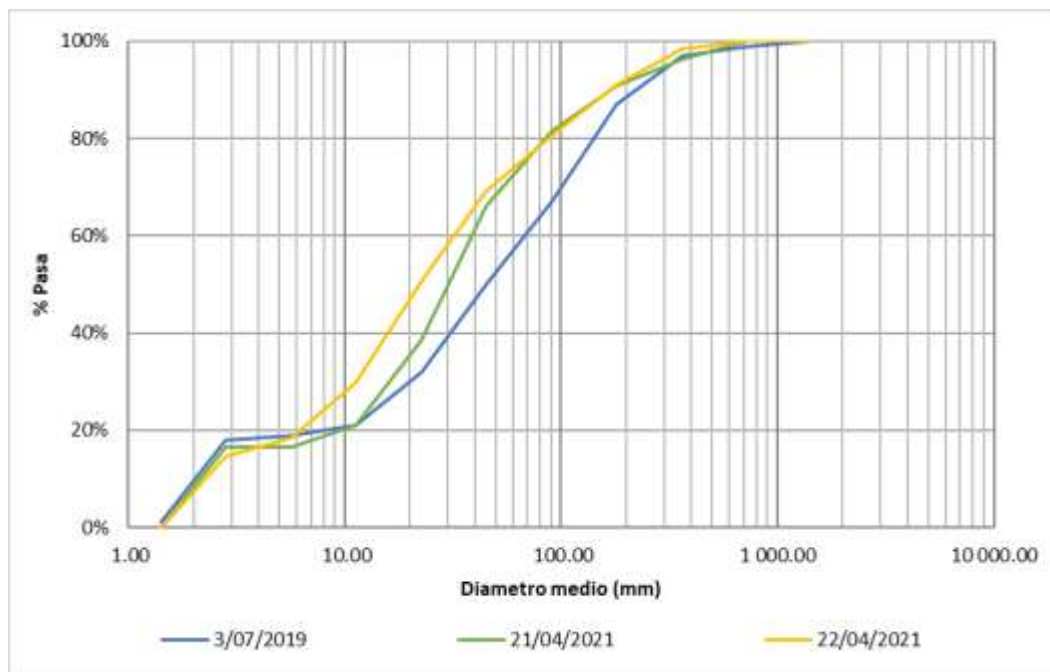
## 7.4 Quebrada Salinas – Relleno Sanitario EMAS

Tabla 52. Carga de sedimentos quebrada Salinas - EMAS

<b>ESTACIÓN QUEBRADA SALINAS - RELLENO SANITARIO EMAS</b>								
<i>Fecha aforo (dd-mm-aa)</i>	<i>Velocidad media [m/s]</i>	<i>Área Mojada [m²]</i>	<i>Caudal líquido (m³/s)</i>	<i>Carga sedimentos suspendidos (ton/día)</i>	<i>Sedimentos suspendidos (%)</i>	<i>Carga sedimentos de fondo (ton/día)</i>	<i>Sedimentos de fondo (%)</i>	<i>Carga Total (ton/día)</i>
<b>3/07/2019</b>	0.068	0.167	0.011	0.106	29.61%	0.252	70.39%	0.358
<b>20/04/2021</b>	0.113	0.076	0.090	-	-	0.084	100.00%	0.084
<b>6/10/2021</b>	0.107	0.082	0.009	-	-	5.464	100.00%	5.464

\*El nivel del cauce estaba muy bajo y no fue posible realizar el muestreo de sedimentos suspendidos



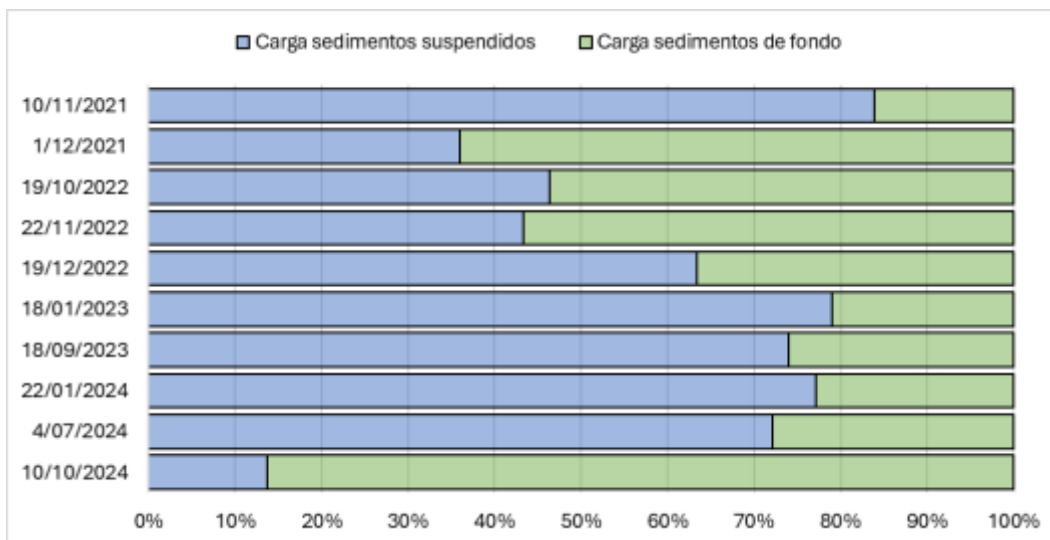


**Figura 233. Caracterización del lecho quebrada Salinas – EMAS**

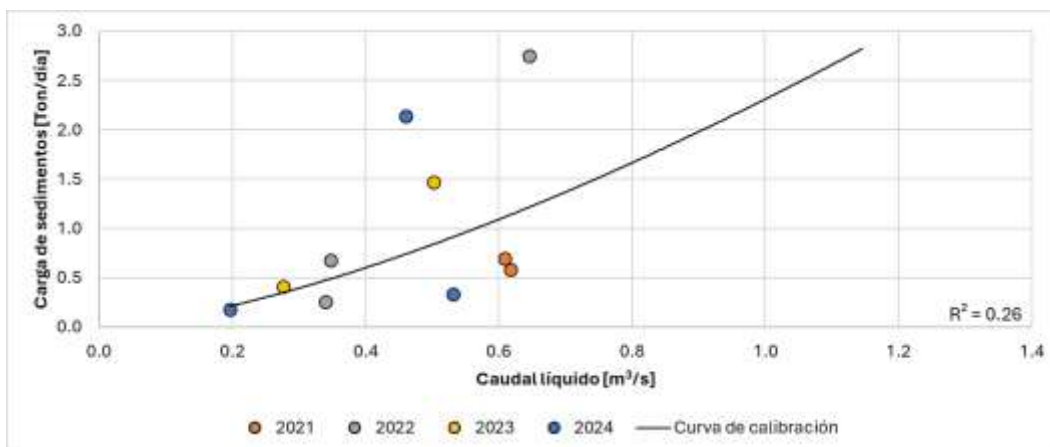
## 7.5 Quebrada Termales

**Tabla 53. Carga de sedimentos quebrada Termales**

<b>ESTACIÓN</b>		<b>Quebrada Termales</b>						
<b>Fecha aforo (dd-mm-aa)</b>	<b>Velocidad media [m/s]</b>	<b>Área Mojada [m²]</b>	<b>Caudal líquido (m³/s)</b>	<b>Carga sedimentos suspendidos (ton/día)</b>	<b>Sedimentos suspendidos (%)</b>	<b>Carga sedimentos de fondo (ton/día)</b>	<b>Sedimentos de fondo (%)</b>	<b>Carga Total (ton/día)</b>
<b>10/11/2021</b>	0.789	0.782	0.617	0.488	83.85%	0.094	16.15%	0.582
<b>1/12/2021</b>	0.801	0.760	0.609	0.249	35.93%	0.444	64.07%	0.693
<b>19/10/2022</b>	0.826	0.421	0.348	0.313	46.37%	0.362	53.63%	0.675
<b>22/11/2022</b>	0.868	0.744	0.646	1.194	43.36%	1.560	56.64%	2.754
<b>19/12/2022</b>	0.796	0.427	0.340	0.161	63.39%	0.093	36.61%	0.254
<b>18/01/2023</b>	0.720	0.697	0.502	1.159	78.95%	0.309	21.05%	1.468
<b>18/09/2023</b>	0.534	0.517	0.276	0.307	73.98%	0.108	26.02%	0.415
<b>22/01/2024</b>	0.501	0.391	0.196	0.138	77.09%	0.041	22.91%	0.179
<b>4/07/2024</b>	0.809	0.657	0.532	0.241	72.16%	0.093	27.84%	0.334
<b>10/10/2024</b>	0.751	0.613	0.460	0.293	13.70%	1.846	86.30%	2.139



**Figura 234. Proporción carga de sedimentos quebrada Termales**



**Figura 235. Curva de calibración caudal líquido - carga de sedimentos quebrada Termales**

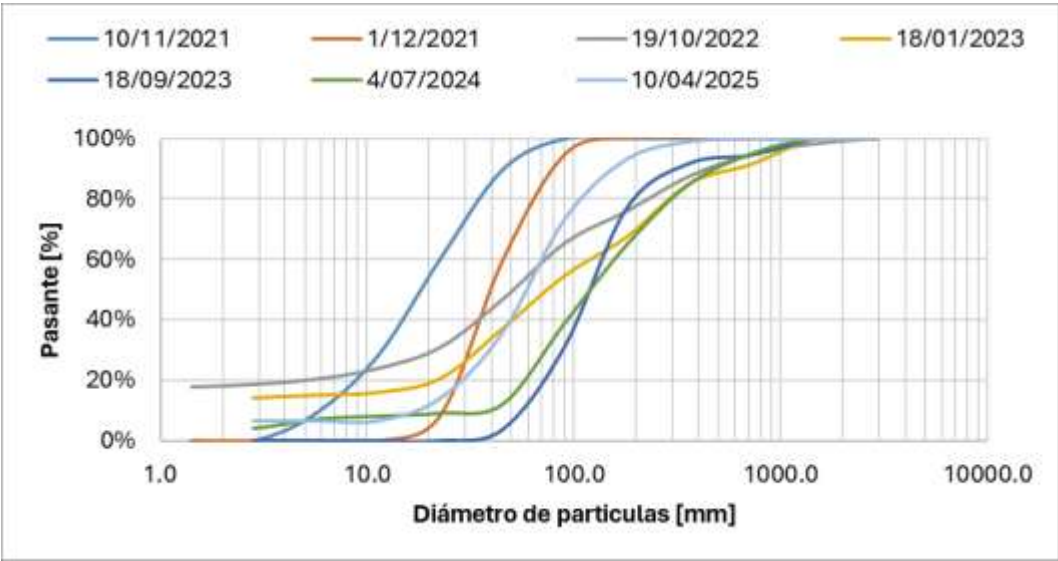


Figura 236. Caracterización del lecho quebrada Termales

7.6 Quebrada California

Tabla 54. Carga de sedimentos quebrada California

ESTACIÓN		Quebrada California						
Fecha aforo (dd-mm-aa)	Velocidad media [m/s]	Área Mojada [m²]	Caudal líquido (m³/s)	Carga sedimentos suspendidos (ton/día)	Sedimentos suspendidos (%)	Carga sedimentos de fondo (ton/día)	Sedimentos de fondo (%)	Carga Total (ton/día)
10/11/2021	0.510	1.050	0.536	0.428	77.96%	0.121	22.04%	0.549
1/12/2021	0.467	1.094	0.511	0.321	16.63%	1.609	83.37%	1.930
19/10/2022	0.665	1.365	0.908	8.097	75.58%	2.616	24.42%	10.713
22/11/2022	0.542	1.086	0.589	0.731	1.64%	43.856	98.36%	44.587
19/12/2022	0.435	1.163	0.506	0.191	87.61%	0.027	12.39%	0.218
18/01/2023	0.576	1.095	0.630	2.121	80.62%	0.510	19.38%	2.631
18/09/2023	0.226	1.023	0.231	0.146	77.66%	0.042	22.34%	0.188
18/01/2024	0.267	0.925	0.247	0.104	81.89%	0.023	18.11%	0.127
4/07/2024	0.446	1.131	0.504	0.227	90.08%	0.025	9.92%	0.252
10/10/2024	0.432	1.411	0.610	13.467	99.23%	0.104	0.77%	13.571

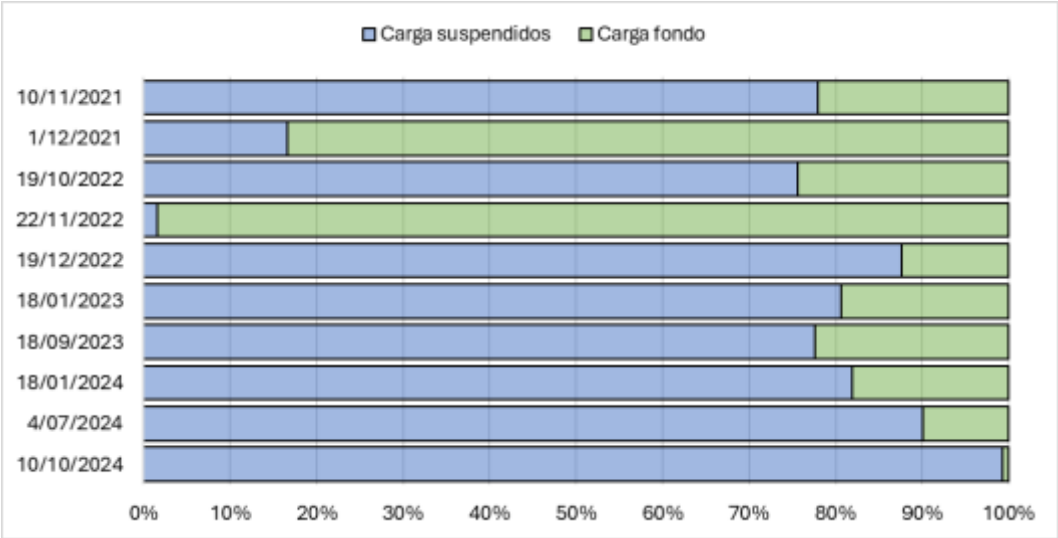


Figura 237. Proporción carga de sedimentos quebrada California

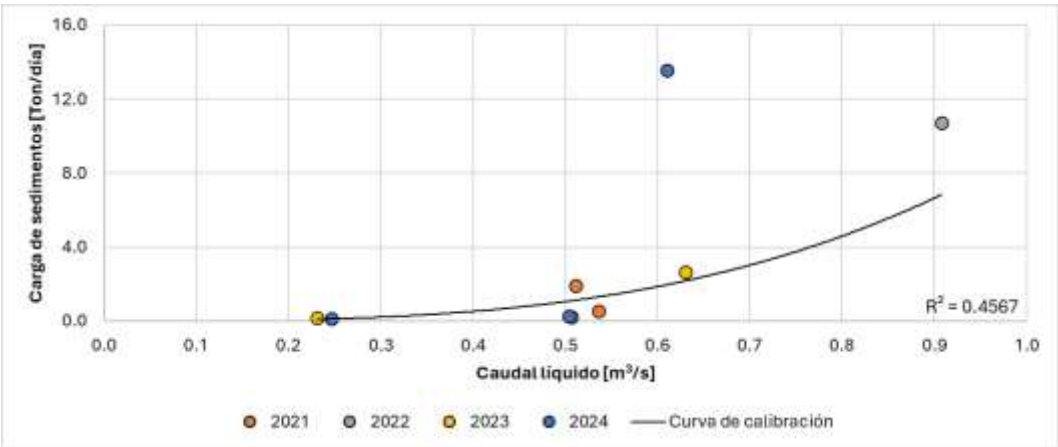
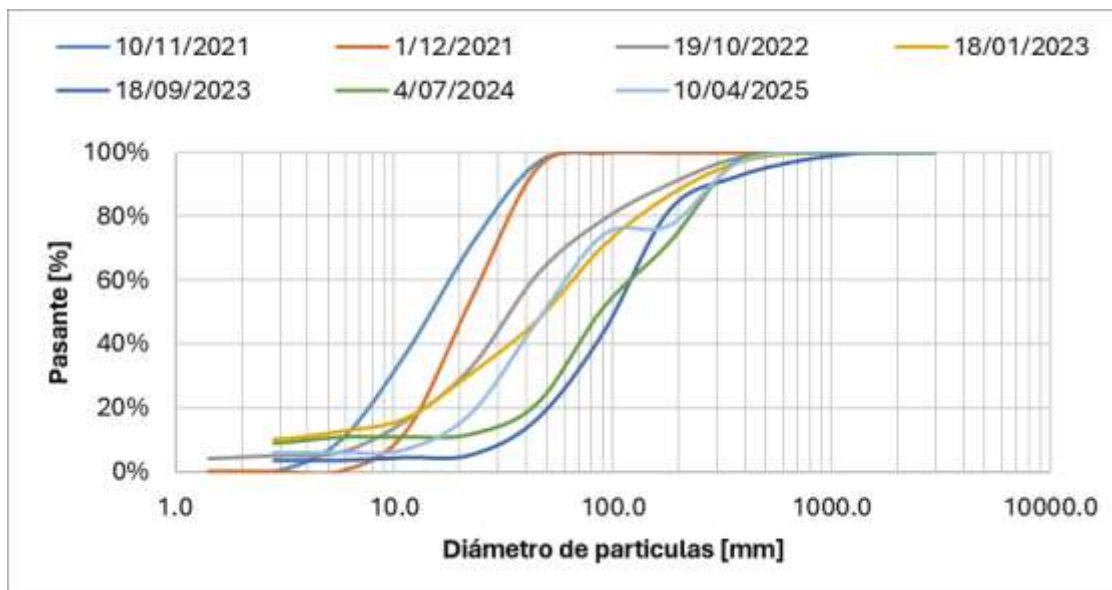


Figura 238. Curva de calibración caudal líquido - caudal sólido quebrada California

# INFORME DE AFOROS 2025



**Figura 239. Caracterización del lecho quebrada California**

## 7.7 Quebrada La Ye

**Tabla 55. Carga de sedimentos quebrada La Ye**

<b>ESTACIÓN</b>		<b>Quebrada La Ye</b>						
<b>Fecha aforo (dd-mm-aa)</b>	<b>Velocidad media [m/s]</b>	<b>Área Mojada [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Caudal líquido (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Carga sedimentos suspendidos (ton/día)</b>	<b>Sedimentos suspendidos (%)</b>	<b>Carga sedimentos de fondo (ton/día)</b>	<b>Sedimentos de fondo (%)</b>	<b>Carga Total (ton/día)</b>
<b>11/11/2021</b>	0.576	0.292	0.168	0.168	2.71%	6.031	97.29%	6.199
<b>1/12/2021</b>	0.580	0.320	0.186	0.074	54.81%	0.061	45.19%	0.135
<b>19/10/2022</b>	0.596	0.229	0.137	0.171	16.12%	0.890	83.88%	1.061
<b>22/11/2022</b>	0.815	0.228	0.186	0.165	34.88%	0.308	65.12%	0.473
<b>19/12/2022</b>	0.527	0.222	0.117	0.071	51.45%	0.067	48.55%	0.138
<b>18/01/2023</b>	0.690	0.341	0.235	0.752	45.44%	0.903	54.56%	1.655
<b>20/09/2023</b>	0.527	0.130	0.068	0.049	96.08%	0.002	3.92%	0.051
<b>22/01/2024</b>	0.452	0.143	0.065	0.027	81.82%	0.006	18.18%	0.033
<b>23/05/2024</b>	0.519	0.280	0.145	0.635	60.82%	0.409	39.18%	1.044
<b>11/10/2024</b>	0.447	0.205	0.092	0.017	45.95%	0.020	54.05%	0.037

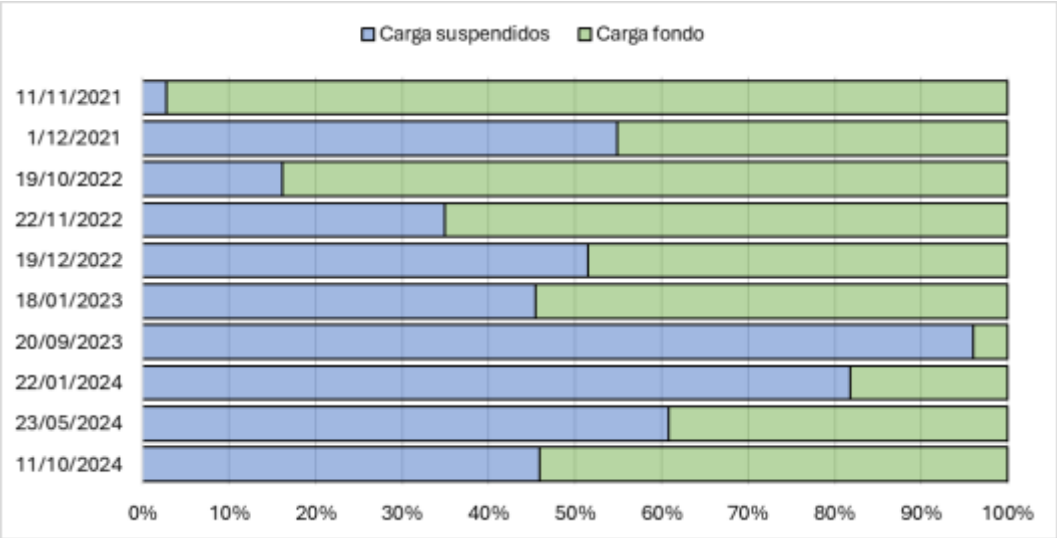


Figura 240. Proporción carga de sedimentos quebrada La Ye

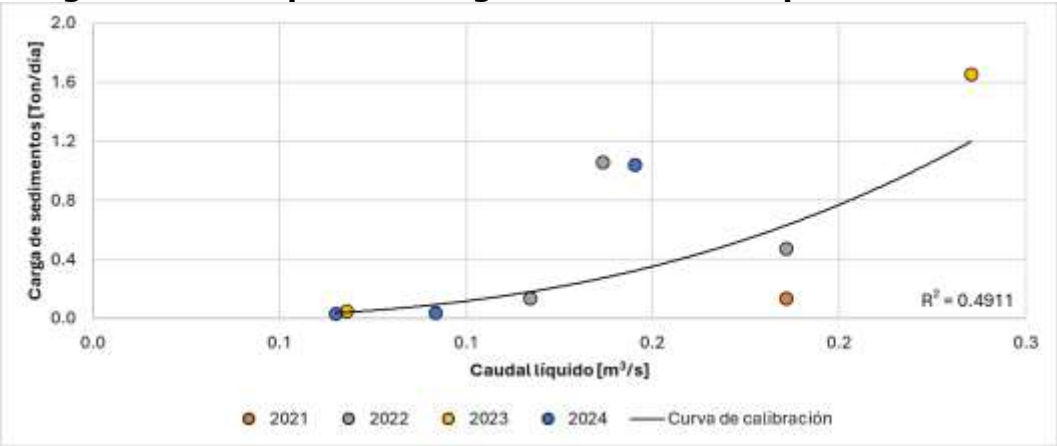
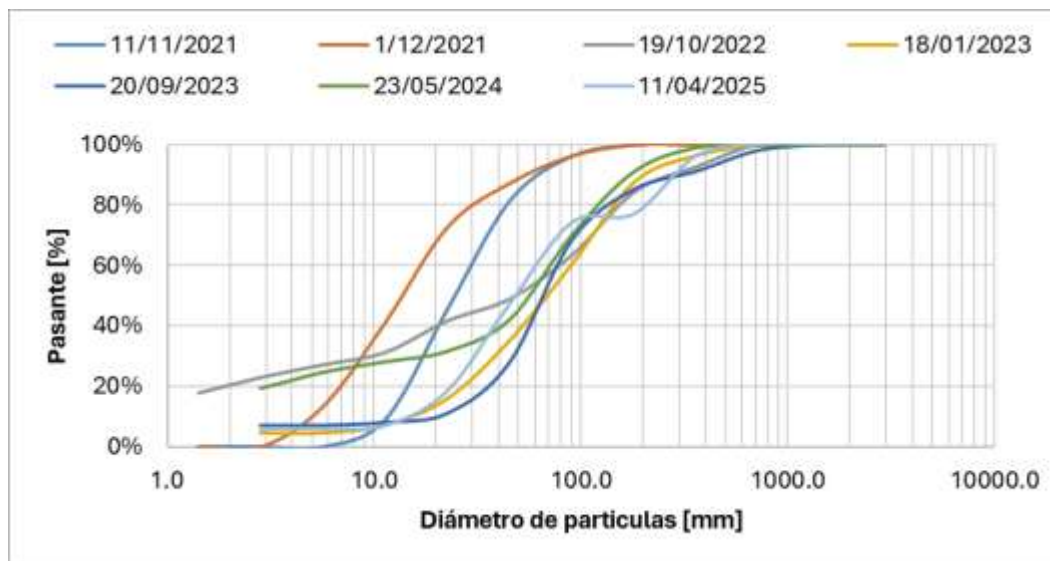


Figura 241. Curva de calibración caudal líquido - carga de sedimentos quebrada La Ye



# INFORME DE AFOROS 2025

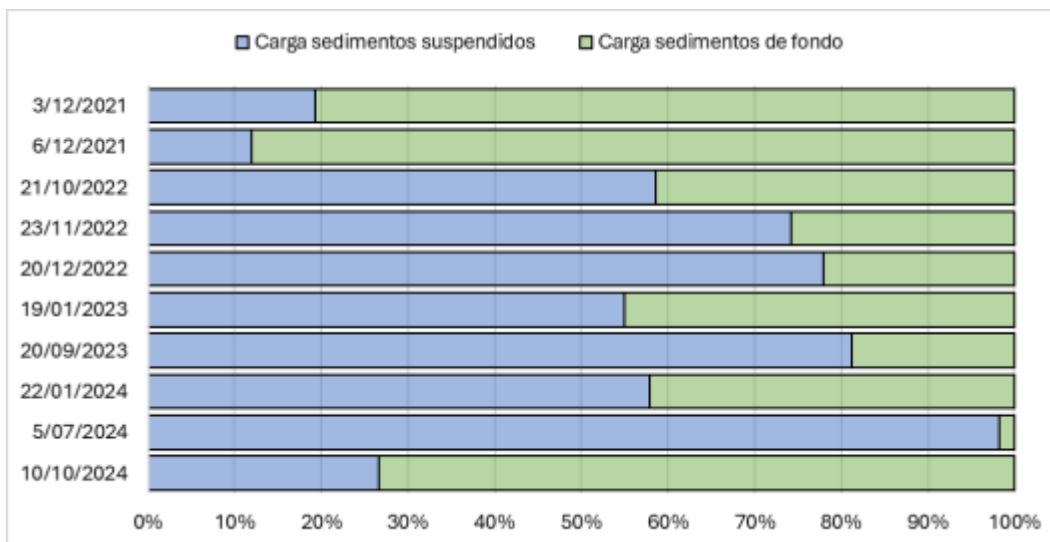


**Figura 242. Caracterización del lecho quebrada La Ye**

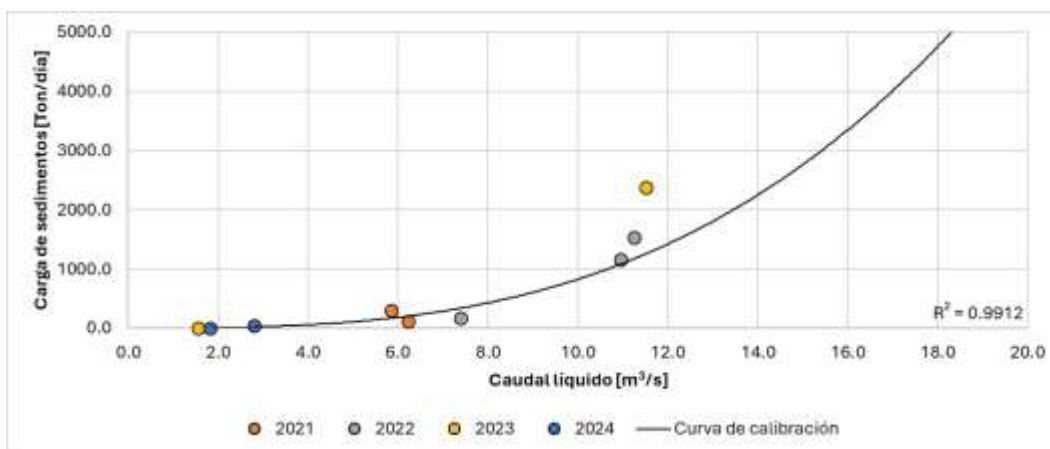
## 7.8 Río Guacaica – Bocatoma

**Tabla 56. Carga de sedimentos río Guacaica - Bocatoma**

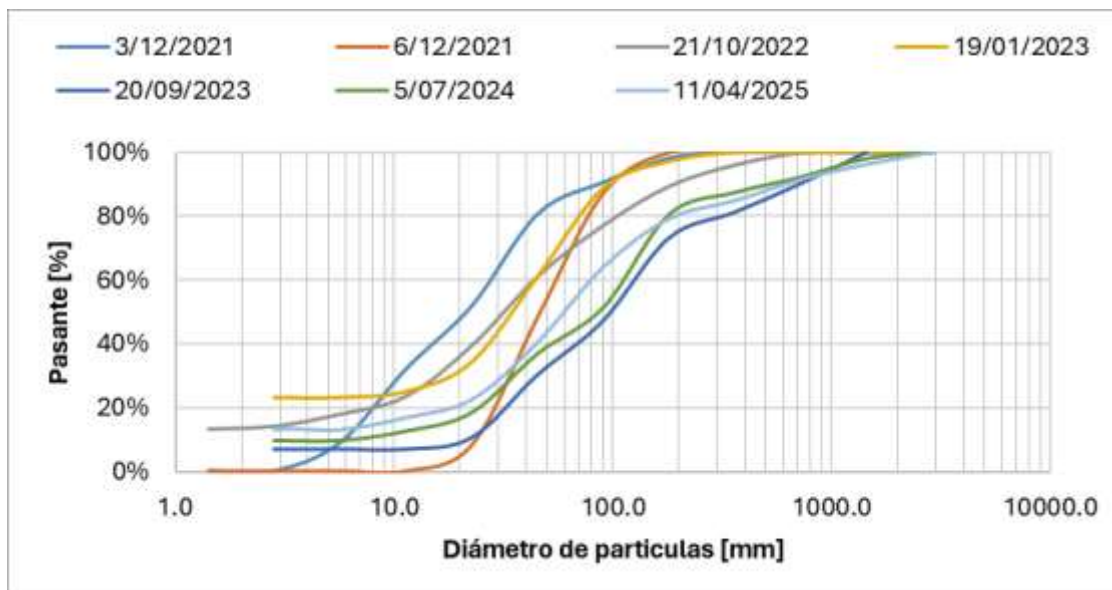
<b>ESTACIÓN</b>		<b>Río Guacaica - Bocatoma</b>						
<b>Fecha aforo (dd-mm-aa)</b>	<b>Velocidad media [m/s]</b>	<b>Área Mojada [m²]</b>	<b>Caudal líquido (m³/s)</b>	<b>Carga sedimentos suspendidos (ton/día)</b>	<b>Sedimentos suspendidos (%)</b>	<b>Carga sedimentos de fondo (ton/día)</b>	<b>Sedimentos de fondo (%)</b>	<b>Carga Total (ton/día)</b>
<b>3/12/2021</b>	0.717	8.673	6.214	21.799	19.24%	91.509	80.76%	113.308
<b>6/12/2021</b>	0.677	8.647	5.855	35.544	11.98%	261.235	88.02%	296.779
<b>21/10/2022</b>	1.224	8.939	10.945	680.015	58.55%	481.444	41.45%	1161.459
<b>23/11/2022</b>	1.188	9.461	11.241	1133.032	74.20%	393.942	25.80%	1526.974
<b>20/12/2022</b>	0.835	7.483	7.397	129.762	77.93%	36.742	22.07%	166.504
<b>19/01/2023</b>	1.122	10.260	11.513	1309.157	54.99%	1071.419	45.01%	2380.576
<b>20/09/2023</b>	0.499	3.114	1.554	2.244	81.25%	0.518	18.75%	2.762
<b>22/01/2024</b>	0.566	3.229	1.827	1.881	57.84%	1.371	42.16%	3.252
<b>5/07/2024</b>	1.745	18.142	31.664	17024.721	98.17%	317.584	1.83%	17342.305
<b>10/10/2024</b>	0.672	4.155	2.791	10.294	26.63%	28.365	73.37%	38.659



**Figura 243. Proporción carga de sedimentos río Guacaica – Bocatoma**



**Figura 244. Curva de calibración río Guacaica - Bocatoma**



**Figura 245. Caracterización del lecho río Guacaica – Bocatoma**

## 7.9 Río Chinchiná – La Virginia

**Tabla 57. Carga de sedimentos río Chinchiná - La Virginia**

<b>ESTACIÓN</b>		<b>Río Chinchiná – La Virginia</b>						
<b>Fecha aforo (dd-mm-aa)</b>	<b>Velocidad media [m/s]</b>	<b>Área Mojada [m²]</b>	<b>Caudal líquido (m³/s)</b>	<b>Carga sedimentos suspendidos (ton/día)</b>	<b>Sedimentos suspendidos (%)</b>	<b>Carga sedimentos de fondo (ton/día)</b>	<b>Sedimentos de fondo (%)</b>	<b>Carga Total (ton/día)</b>
<b>19/09/2023</b>	0.117	0.984	0.115	0.071	19.40%	0.295	80.60%	0.366
<b>18/01/2024</b>	0.242	0.333	0.081	0.043	16.73%	0.214	83.27%	0.257
<b>6/02/2024</b>	0.248	0.350	0.087	0.068	66.02%	0.035	33.98%	0.103
<b>3/07/2024</b>	0.383	1.209	0.463	0.278	37.47%	0.464	62.53%	0.742
<b>10/10/2024</b>	0.252	0.974	0.246	0.629	89.47%	0.074	10.53%	0.703

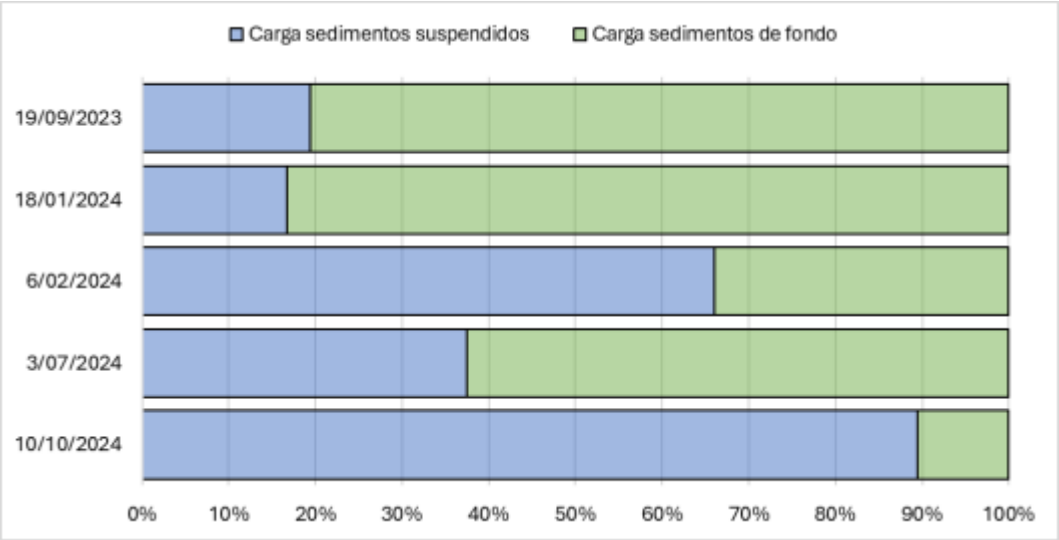


Figura 246. Proporción carga de sedimentos río Chinchiná – La Virginia

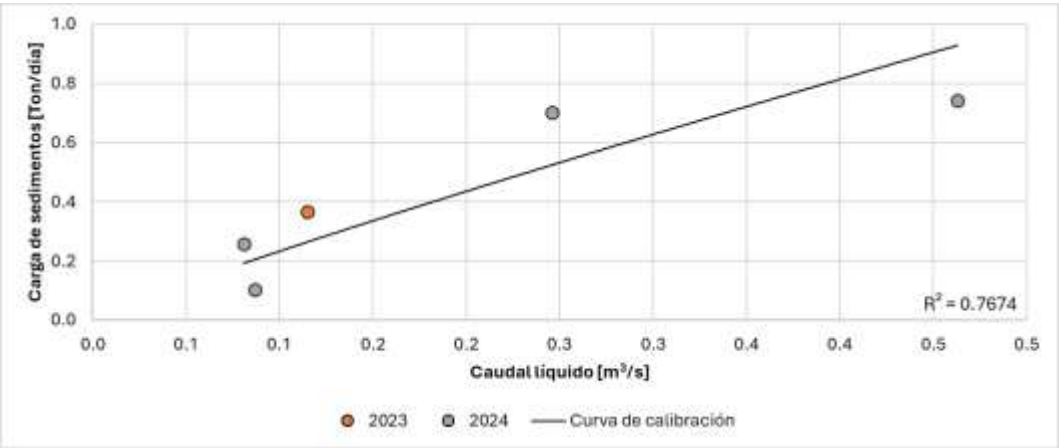


Figura 247. Curva de calibración caudal líquido - carga de sedimentos río Chinchiná - La Virginia

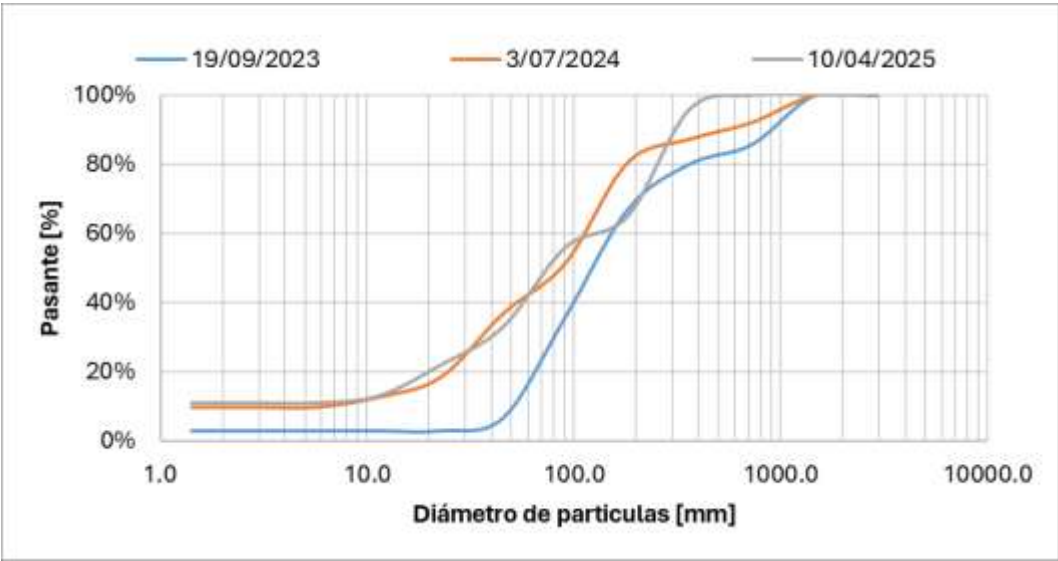


Figura 248. Caracterización del lecho río Chinchiná - La Virginia

7.10 Río Chinchiná – La Zulia

Tabla 58. Carga de sedimentos río Chinchiná - La Zulia

ESTACIÓN		Río Chinchiná – La Zulia						
Fecha aforo (dd-mm-aa)	Velocidad media [m/s]	Área Mojada [m²]	Caudal líquido (m³/s)	Carga sedimentos suspendidos (ton/día)	Sedimentos suspendidos (%)	Carga sedimentos de fondo (ton/día)	Sedimentos de fondo (%)	Carga Total (ton/día)
19/09/2023	0.342	1.562	0.534	0.534	86.41%	0.084	13.59%	0.618
18/01/2024	0.420	1.202	0.505	0.598	5.51%	10.260	94.49%	10.858
6/02/2024	0.500	1.089	0.545	0.996	4.01%	23.861	95.99%	24.857
4/07/2024	0.488	3.018	1.472	50.277	86.40%	7.913	13.60%	58.190
10/10/2024	0.434	2.234	0.970	1.866	66.36%	0.946	33.64%	2.812

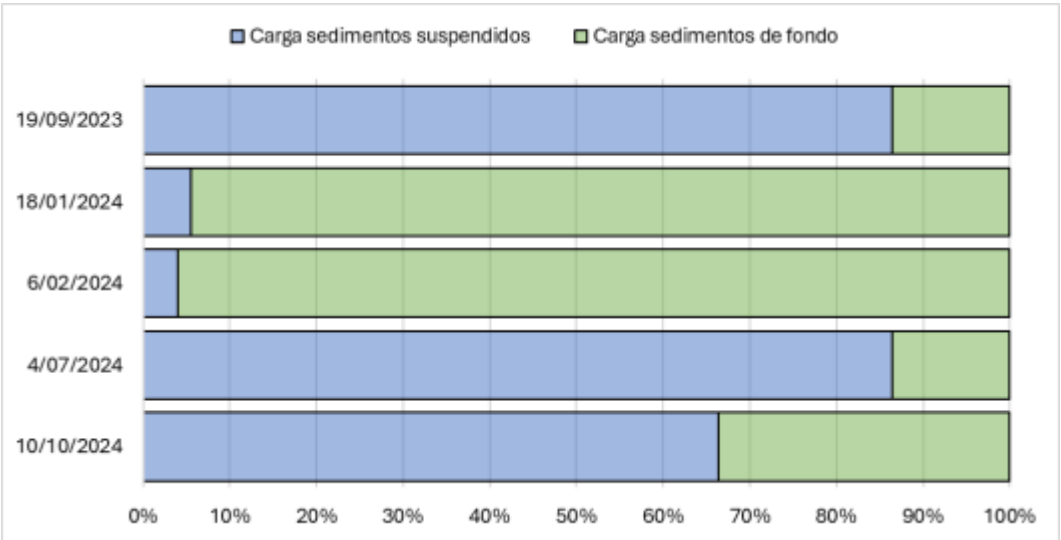


Figura 249. Proporción carga de sedimentos río Chinchiná - La Zulia

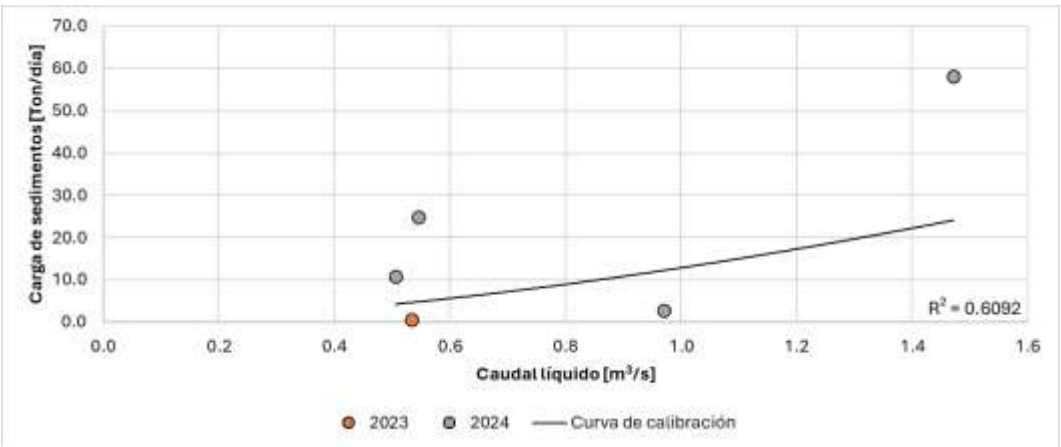


Figura 250. Curva de calibración río Chinchiná - La Zulia

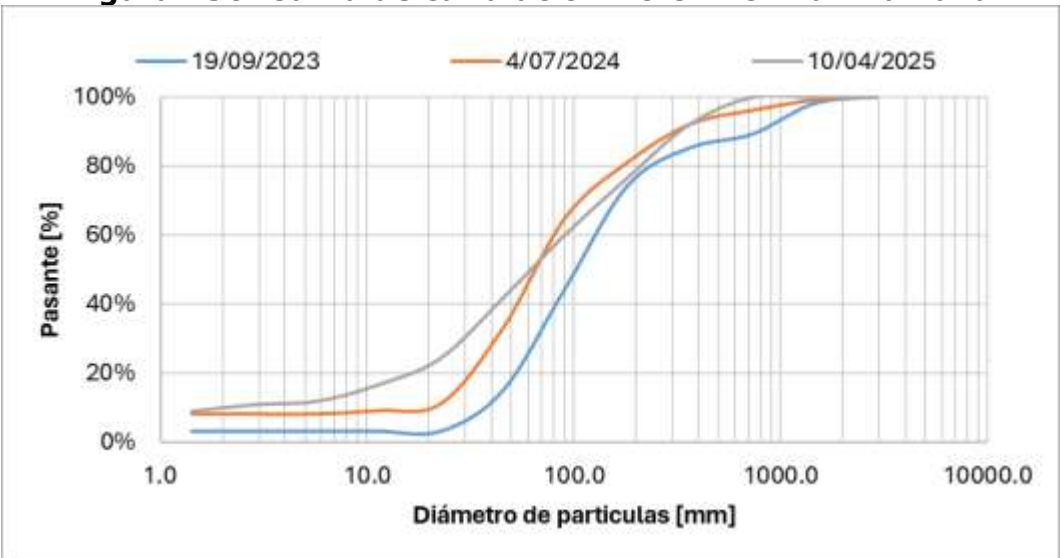


Figura 251. Caracterización del lecho río Chinchiná - La Zulia



## 7.11 Río Chinchiná – Bocatoma

Tabla 59. Carga de sedimentos río Chinchiná - Bocatoma

ESTACIÓN		Río Chinchiná - Bocatoma						
Fecha aforo (dd-mm-aa)	Velocidad media [m/s]	Área Mojada [m <sup>2</sup> ]	Caudal líquido (m <sup>3</sup> /s)	Carga sedimentos suspendidos (ton/día)	Sedimentos suspendidos (%)	Carga sedimentos de fondo (ton/día)	Sedimentos de fondo (%)	Carga Total (ton/día)
10/11/2021	0.661	2.260	1.494	2.702	40.57%	3.958	59.43%	6.660
2/12/2021	0.656	1.930	1.266	2.010	3.84%	50.397	96.16%	52.407
21/10/2022	0.468	3.367	1.577	9.182	36.43%	16.023	63.57%	25.205
22/11/2022	0.648	2.369	1.534	130.183	59.12%	90.030	40.88%	220.213
19/12/2022	0.580	2.902	1.683	24.986	59.71%	16.859	40.29%	41.845
18/01/2023	0.623	2.824	1.759	140.499	55.20%	114.041	44.80%	254.540
18/09/2023	0.339	3.068	1.039	0.868	15.28%	4.812	84.72%	5.680
18/01/2024	0.396	1.988	0.788	1.082	8.90%	11.080	91.10%	12.162
4/07/2024	0.635	3.147	1.999	14.705	60.51%	9.596	39.49%	24.301
10/10/2024	0.410	3.343	1.372	1.883	23.16%	6.248	76.84%	8.131

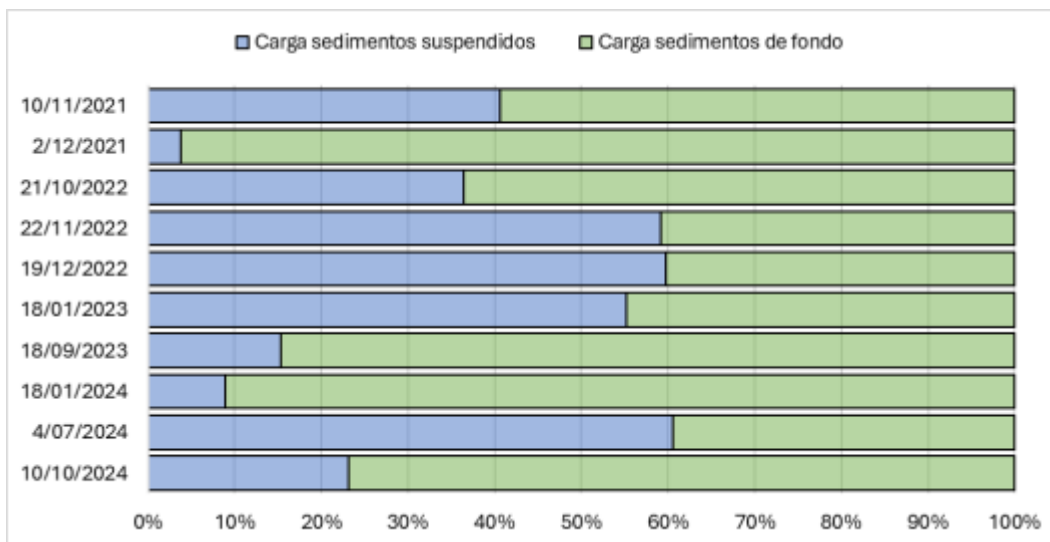
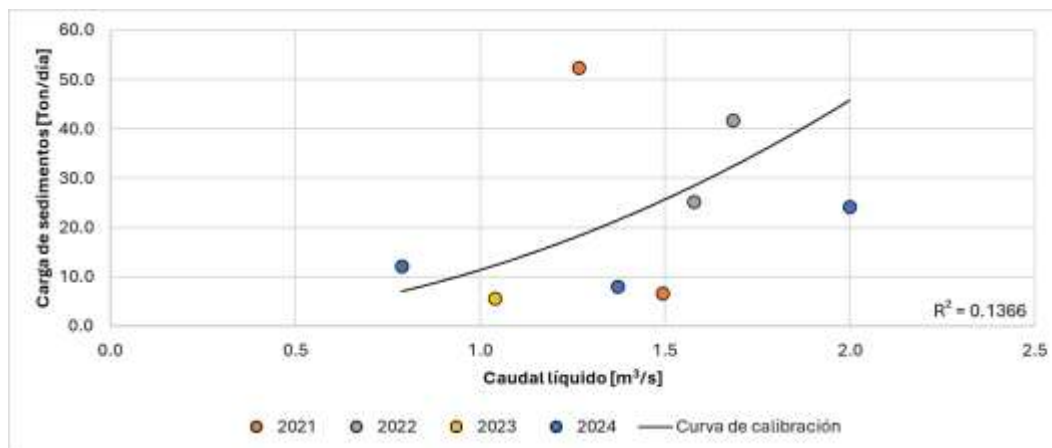
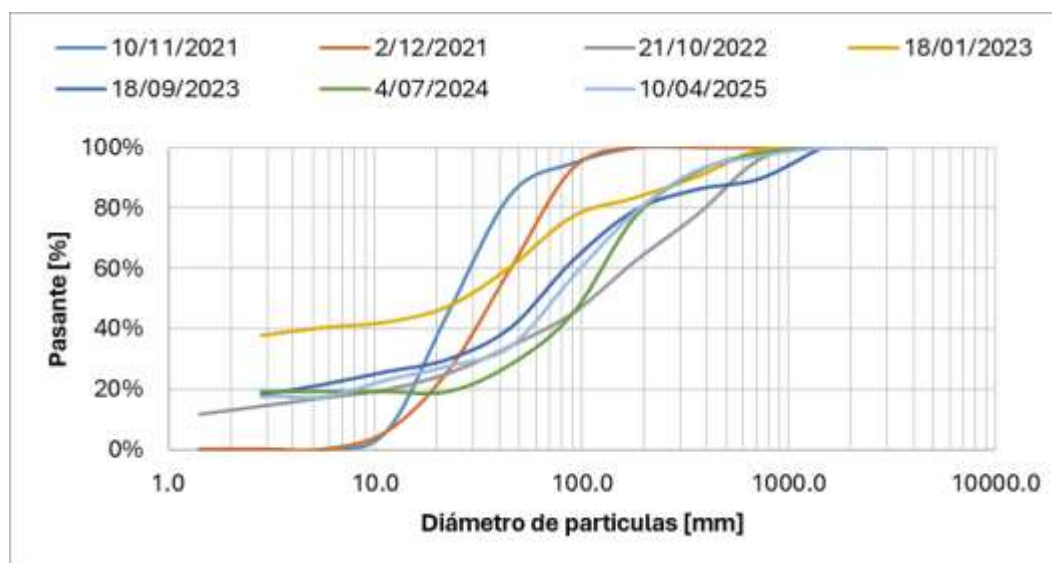


Figura 252. Proporción carga de sedimentos río Chinchiná - Bocatoma

# INFORME DE AFOROS 2025



**Figura 253. Curva de calibración caudal líquido - carga de sedimentos río Chinchiná – Bocatoma**



**Figura 254. Caracterización del lecho río Chinchiná – Bocatoma**

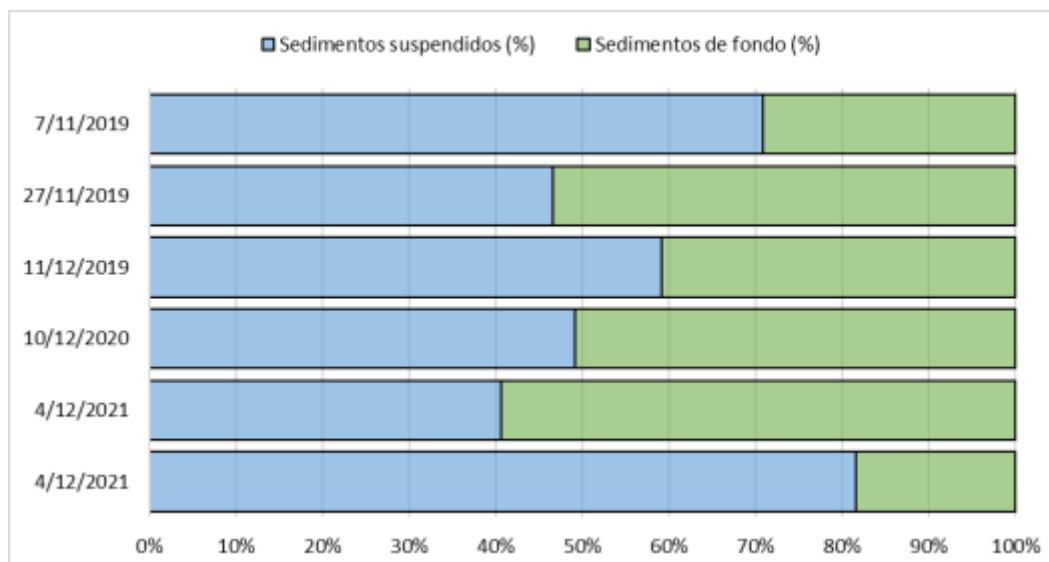
## 7.12 Río Chinchiná – El Bosque

**Tabla 60. Carga de sedimentos río Chinchiná - El Bosque**

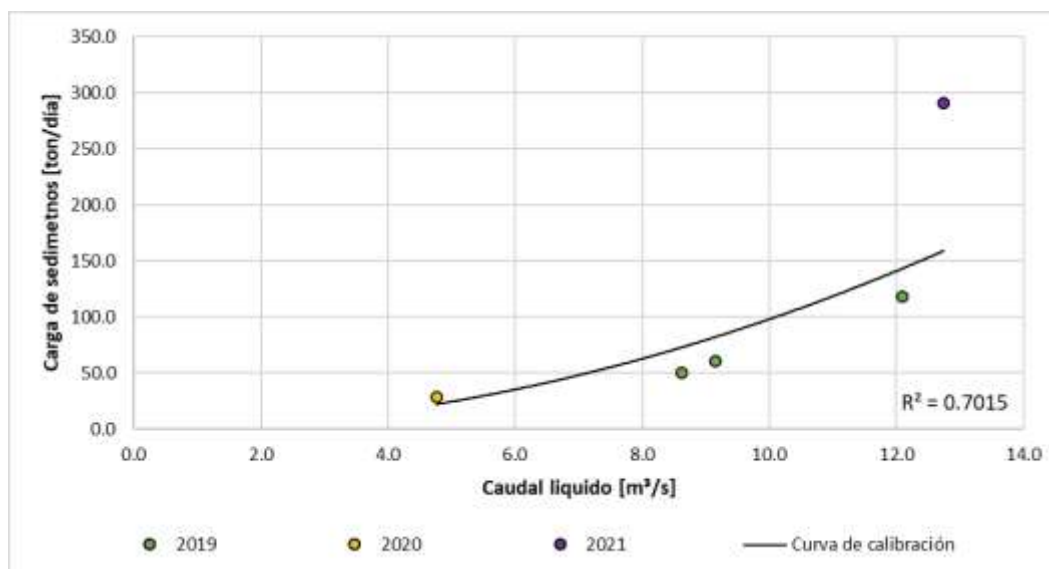
<b>ESTACIÓN</b>		<b>RÍO CHINCHINÁ - EL BOSQUE</b>						
<b>Fecha aforo (dd-mm-aa)</b>	<b>Velocidad media [m/s]</b>	<b>Área Mojada [m²]</b>	<b>Caudal líquido (m³/s)</b>	<b>Carga sedimentos suspensidos (ton/día)</b>	<b>Sedimentos suspensidos (%)</b>	<b>Carga sedimentos de fondo (ton/día)</b>	<b>Sedimentos de fondo (%)</b>	<b>Carga Total (ton/día)</b>
<b>7/11/2019</b>	0.700	13.065	9.150	43.256	70.75%	17.880	29.25%	61.136
<b>27/11/2019</b>	0.820	25.600	12.095	55.211	46.57%	63.341	53.43%	118.552
<b>11/12/2019</b>	0.730	24.900	8.621	29.571	59.13%	20.436	40.87%	50.007
<b>10/12/2020</b>	0.860	25.800	4.762	14.271	49.14%	14.773	50.86%	29.044
<b>4/12/2021</b>	1.027	25.900	12.988	946.167	40.61%	1383.560	59.39%	2329.727

# INFORME DE AFOROS 2025

4/12/2021    1.022    26.300    12.745    237.427    81.54%    53.767    18.46%    291.194



**Figura 255. Proporción carga de sedimentos río Chinchiná - El Bosque**



**Figura 256. Curva de calibración caudal líquido - carga de sedimentos río Chinchiná - El Bosque**

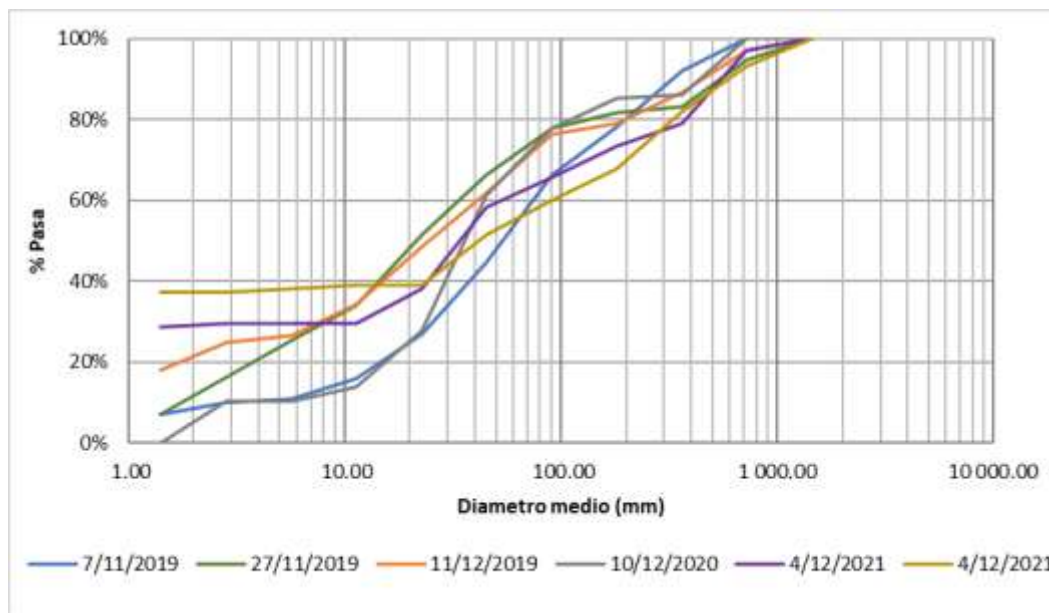
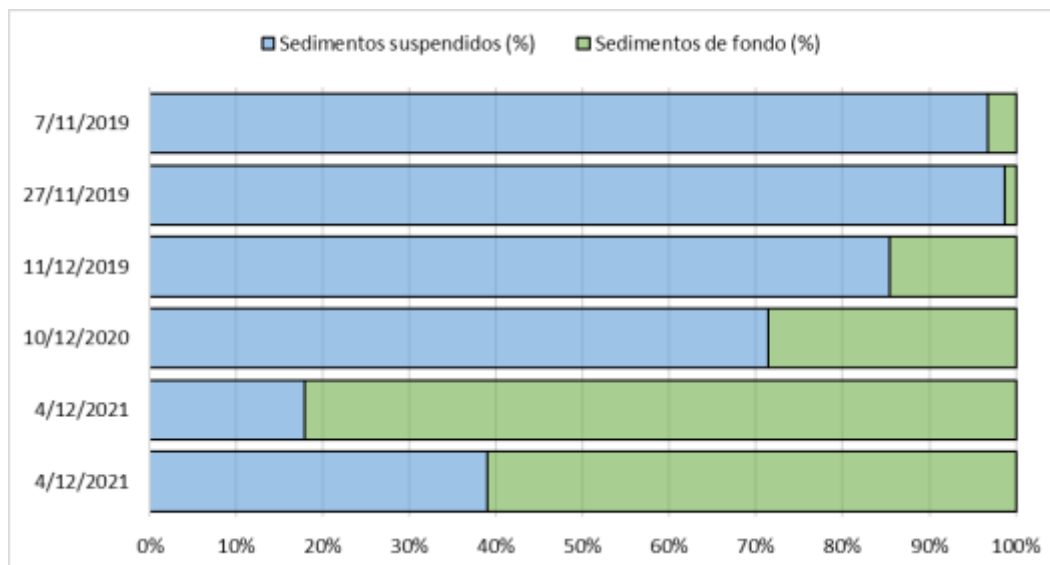


Figura 257. Caracterización del lecho río Chinchiná - El Bosque

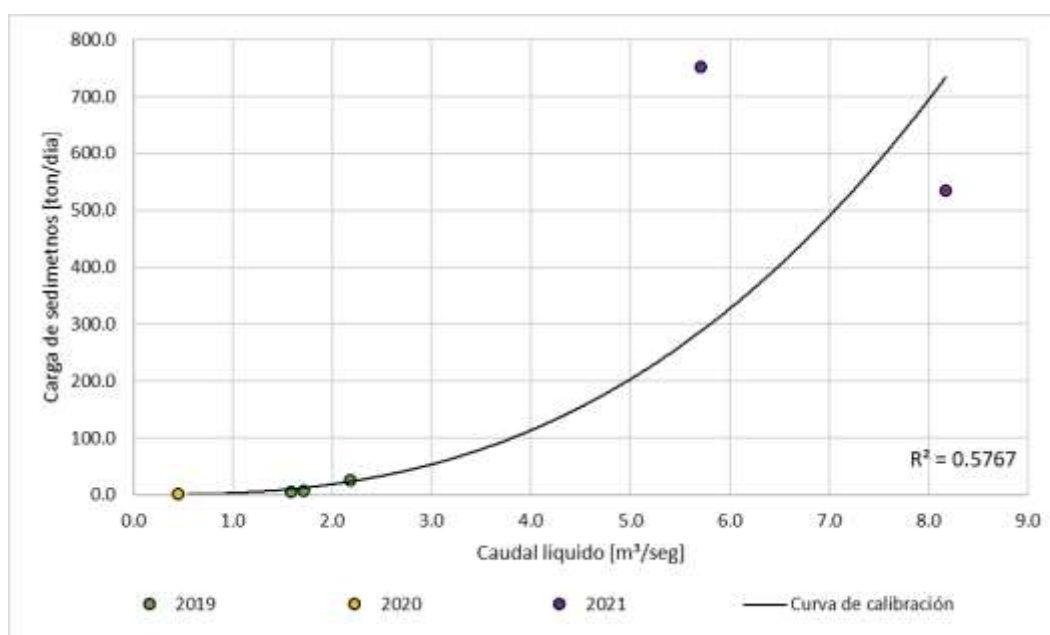
### 7.13 Río Chinchiná – Cenicafé

Tabla 61. Carga de sedimentos río Chinchiná - Cenicafé

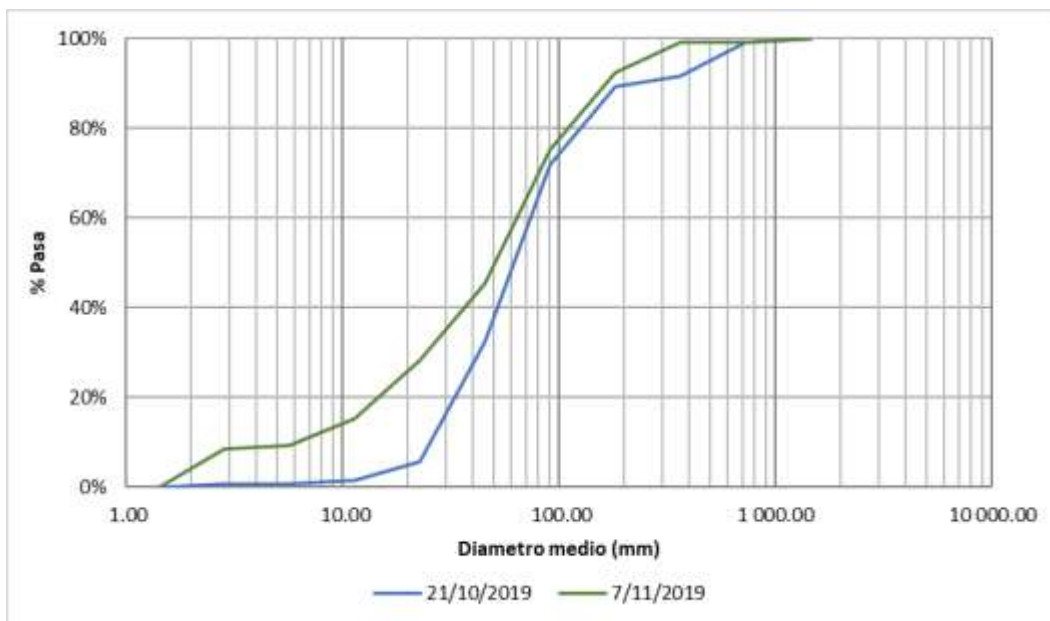
ESTACIÓN		RÍO CHINCHINÁ - CENICAFÉ						
Fecha aforo (dd-mm-aa)	Velocidad media [m/s]	Área Mojada [m <sup>2</sup> ]	Caudal líquido (m <sup>3</sup> /s)	Carga sedimentos suspendidos (ton/día)	Sedimentos suspendidos (%)	Carga sedimentos de fondo (ton/día)	Sedimentos de fondo (%)	Carga Total (ton/día)
<b>21/10/2019</b>	0.409	3.882	1.589	4.470	96.82%	0.147	3.18%	4.617
<b>7/11/2019</b>	0.397	4.327	1.717	7.104	98.74%	0.091	1.26%	7.195
<b>10/12/2019</b>	0.424	5.140	2.177	22.274	85.38%	3.815	14.62%	26.089
<b>10/12/2020</b>	0.100	4.336	0.455	0.486	71.37%	0.195	28.63%	0.681
<b>18/11/2021</b>	0.492	11.597	5.705	134.819	17.94%	616.872	82.06%	751.691
<b>28/11/2021</b>	0.598	13.655	8.168	208.306	38.98%	326.040	61.02%	534.346



**Figura 258. Proporción carga de sedimentos río Chinchiná – Cenicafé**



**Figura 259. Curva de calibración caudal líquido - carga de sedimentos río Chinchiná - Cenicafé**



**Figura 260. Caracterización del lecho río Chinchiná – Cenicafé**



## 8 RESUMEN DE ECUACIONES DE CARGA DE SEDIMENTOS

A continuación, se presentan las ecuaciones de calibración de caudal líquido – carga de sedimentos para las estaciones que cuentan con aforos de caudal sólido

**Tabla 62. Resumen ecuaciones de correlación caudal líquido - carga de sedimentos**

Estación	Carga de sedimentos (ton/día)	
	Ecuación	R <sup>2</sup>
1 Quebrada el Rosario - Autopistas	$71.533Q^{4.9109}$	0.569
2 Quebrada Olivares - Bocatoma	$54.009Q^{1.9259}$	0.314
3 Quebrada Olivares - El Popal	$7.389Q^{0.7022}$	0.841
4 Río Chinchiná - La Virginia	$1.863Q^{0.904}$	0.767
5 Río Chinchiná - La Zulia	$12.827Q^{1.6289}$	0.609
6 Río Chinchiná - Cenicafé	$3.025Q^{2.6141}$	0.5767
7 Río Chinchiná - El Bosque	$1.000Q^{1.992}$	0.702
8 Quebrada California - Bocatoma	$9.255Q^{3.1407}$	0.457
9 Río Chinchiná - Bocatoma	$11.359Q^{2.0115}$	0.137
10 Río Guacaica - Bocatoma	$0.866Q^{2.9794}$	0.991
11 Quebrada La Ye - Bocatoma	$61.574Q^{2.723}$	0.491
12 Quebrada Termales - Bocatoma	$2.311Q^{1.4694}$	0.260

## 9 REFERENCIAS

---

- Carrillo Ramirez, J. E. (2021). *El Dron método de levantamiento topográfico más eficaz para el municipio de Villanueva departamento del Casanare Colombia*.
- Del Río Santana, O., Gómez Córdova, F. de J., López Carrillo, N. V., Saenz Esqueda, J. A., & Espinoza Fraire, A. T. (2020). Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Drones. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 14(2), 2020. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193963490001>
- Herschy, R. W. (2009). *Streamflow measurement*. Routledge.
- IDEAM, I. (2017). *Protocolo De Monitoreo Del Agua*. 65–86. [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023773/PROTOCOLO\\_MONITOREO\\_AGUA\\_IDEAM.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023773/PROTOCOLO_MONITOREO_AGUA_IDEAM.pdf)
- Knighton, D. (2014). *fluvial forms and processes* (2nd ed.). Routledge.
- Marbello Pérez, R. (2013). *MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE HIDRÁULICA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*.
- Martínez Plata, J. F. (2012). *Propagación de errores en cálculos hidrológicos con caudales obtenidos mediante curvas nivel - caudal construidas con una baja densidad de aforos líquidos*. Pontificia Universidad Javeriana.
- OMM. (2011). *Guía de prácticas hidrológicas: Vol. I (Sexta)*. Organizacion Meteorológica Mundial.
- Posada García, L. (1994). *Hidráulica fluvial: transporte de sedimentos*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad Nacional de Minas. Ingeniería civil.

Shiklomanov, A. I., Yakovleva, T. I., Lammers, R. B., Karasev, I. P., Vörösmarty, C. J., & Linder, E. (2006). Cold region river discharge uncertainty—estimates from large Russian rivers. *Journal of Hydrology*, 326(1–4), 231–256.  
<https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2005.10.037>