



CORPORACION DE CUENCAS DEL TOLIMA
"CORCUENCAS"
LABORATORIO AMBIENTAL DEL TOLIMA
SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD



FLA-040 Versión 10 CADENA DE CUSTODIA DE CAMPO Y VERIFICACIÓN DE EQUIPOS

Cliente: IGAL VEREDAMIENTOS ORD IZAGUE
 Lugar de Muestreo: TOLIMA
 Municipio: IZAGUE
 Vereda/Centro Poblado u otro: _____

RESPONSABLES DE MUESTREO

Actividad	Nombre y Apellido	Fecha	Firma
Empaque, Muestreo y Entrega	<u>RODRIGO GOMEZ</u>	<u>2020-09-24</u>	<u>RODRIGO GOMEZ</u>
Supervisión Ejecución del Muestreo (Cliente)	<u>DANIEL GONDO RUIZ</u>	<u>2020-10-28</u>	<u>DANIEL GONDO RUIZ</u>
Recepción en el Laboratorio	<u>EDUARDO MORENO</u>		
Transporte			

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA				INFORMACIÓN DE GERENCIACIÓN						INFORMACIÓN DE ANÁLISIS EN CAMPO							
Nº Interno	Nº Buzilla	Identificación de la muestra en campo	Matr. T.M.	Hora	Matr.	Longitud (mts)	Latitud Norte	Altura (metros)	T. Amb. (°C)	T. Agua (°C)	C.E. (pH/m)	pH	O.D. (mg/l)	Conduct. (µS/cm)	% Sól. (mg/L)	Otros	
856	1	VEREDAMIENTOS DOS GUSARIPAS	C	5:30	ARD	75°14'04,4"	4°25'33,9"	1268								0,1	
857	2	VEREDAMIENTOS LOS CAMBULOS	C	6:00	ARD	75°14'14,5"	4°25'54,9"	1222								0,1	
858	3	VEREDAMIENTOS FUENTE LOS ROSALES ASENTADA AMIGALA	C	6:30	ARD	75°12'12,5"	4°26'50,7"	1169								1,5	
859	4	VEREDAMIENTOS VILLA DEL RIO	C	7:00	ARD	75°10'51,6"	4°26'32,7"	1102								20,1	
																29,1	

Observaciones (Discusiones con el cliente, descripción del lugar, condiciones ambientales en el momento del muestreo): NO HAY ACOMPAÑAMIENTO DEL CLIENTE.

REVISO	JEFE DE CALIDAD - JEFE OPERATIVO - JEFE DE LABORATORIO	FECHA	2020-09-24
APROBADO	DIRECTOR TÉCNICO	FECHA	2020-09-28



CORPORACION DE CUENCAS DEL TOLIMA
"CORCUNCAS"
LABORATORIO AMBIENTAL DEL TOLIMA
SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD



FLA - 0632

FORMATO CAPTURA DE DATOS COMPOSICION DE MUESTRAS

Versión: 03

Página 1 de 1

Fecha: 2021-10-29 28 Municipio: TRAGUÉ
 Punto de muestreo: VEREDAMIENTO DOS QUEBRADAS Matriz: RRD

Cálculo volumen de alícuota: $V_{\text{Alícuota}} = \left(\frac{Q_{\text{Alícuota}}}{N * Q_{\text{promedio}}} \right) * V_{\text{Muestra}}$ Cálculo caudal método volumétrico: $Q(l/s) = \frac{V_{\text{alícuota}}(l)}{\text{Tiempo}(s)}$

Alícuota No.	Hora	T. Amb. (°C)	T. Agua (°C)	Conductividad (µs/cm)	pH (Unid. pH)	O.D. (mg O ₂ /l)	DETERMINACION DE CAUDAL*		Caudal (l/s)	Alícuota (ml)
							Volumen (l)	Tiempo (s)		
1	5:30	22,1	23,3	573	7,55	3,48				
2	11:30	23,8	23,2	580	7,49	3,21				
3	13:30	23,6	22,9	540	7,42	2,99				
4	23:30	21,4	22,6	517	7,51	3,24				
5	5:30	22,5	23,0	618	7,16	3,59				

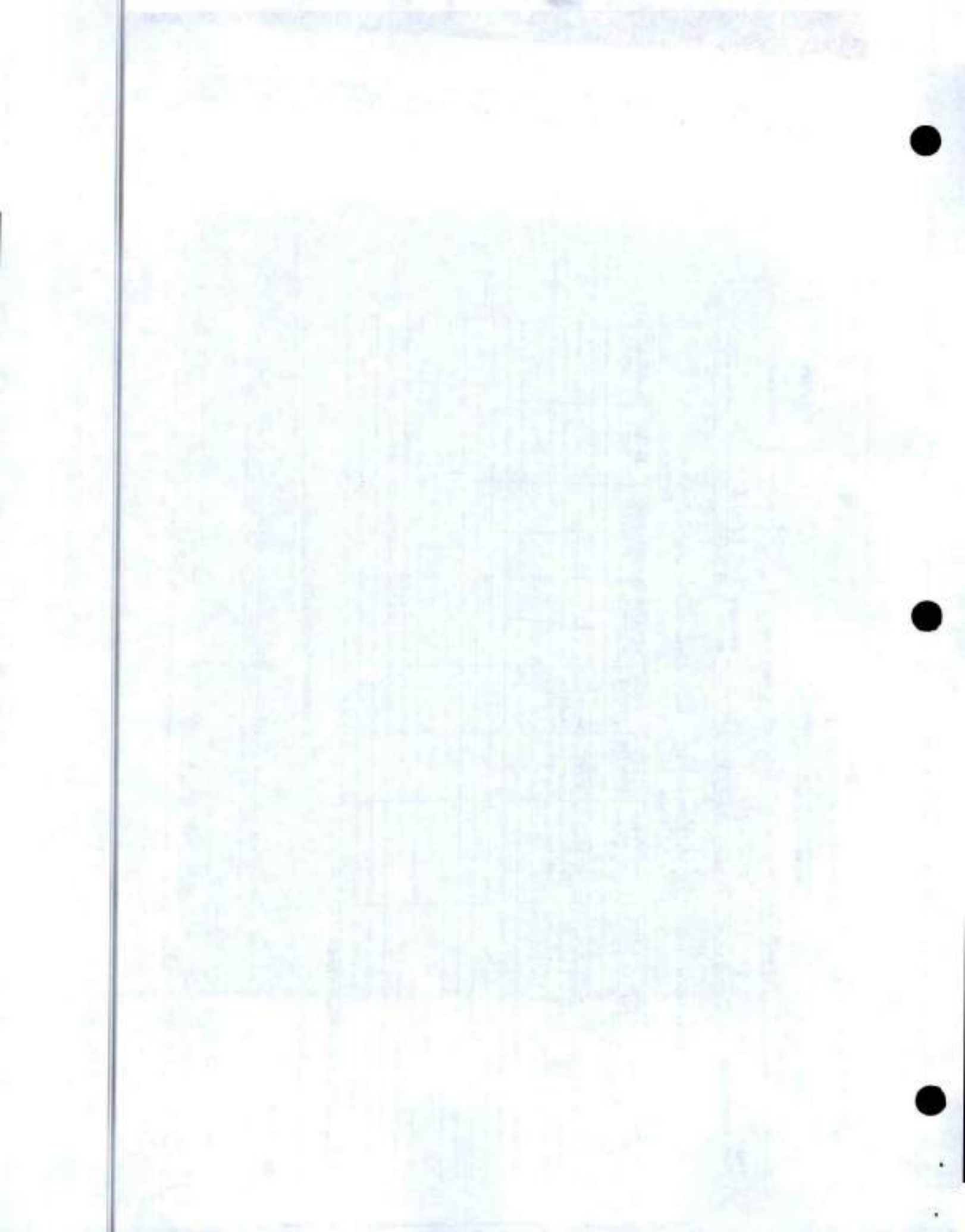
* Solo aplica para AFORO VOLUMETRICO

Vol. Muestra Compuesta (ml): _____ Sumatoria Caudales (l): _____

OBSERVACIONES:

Realizado por: RODRIGO GOMEZ

REVISO: JEFE DE CALIDAD - JEFE DE LABORATORIO - JEFE OPERATIVO
 APROBADO: DIRECTOR TÉCNICO



Fecha: 2021-11-07-08 Municipio: Ibagué
 Punto de muestreo: Vertimiento San Antonio Matriz: A.R.D

Calculo volumen de alcantar: $V_{Alcantara} = \left(\frac{Q_{Alcantara}}{n * Q_{promedio}} \right) * V_{Muestra}$ Calculo caudal método volumétrico: $Q(l/s) = \frac{Volumen(l)}{Tiempo(s)}$

Alcanta No.	Hora	T. Amb. (°C)	T. Agua (°C)	Conductividad (µS/cm)	pH (Unid. pH)	O.D. (mg Oxl)	DETERMINACION DE CAUDAL		Caudal (L/s)	Alcanta (ml)
							Volumen (L)	Tiempo (s)		
1	05:00	20.7	21.6	551	7.68	2.19				
2	10:00	28.9	23.5	583	7.77	1.85				
3	13:00	28.4	24.2	590	7.70	1.81				
4	16:00	27.3	23.0	492	7.45	2.53				
5	05:00	21.5	22.1	600	7.89	2.00				

*Solo aplica para AFORO VOLUMETRICO
 Vol. Muestra Compuesta (ml): _____ Sumatoria Caudales (Σ): _____

OBSERVACIONES:
El aforo es realizado por Hugo Delgado con micromolinete, las muestras puntuales se toman en la alcantar #5
 Realizado por Jhon Giraldo - Rodrigo Govea

REVISO: _____ JEFE DE CALIDAD - JEFE DE LABORATORIO - JEFE OPERATIVO _____ FECHA: _____
 APROBADO: _____



FORMATO CAPTURA DE DATOS COMPOSICION DE MUESTRAS

Fecha:

2021-11-07 7:08

Punto de muestreo:

Vertimiento B1 Beltranz Caceres

Municipio:

Ibagué

Matriz:

A.R.D

Calculo volumen de alícuota:
$$V_{\text{Alícuota}} = \left(\frac{Q_{\text{Alícuota}}}{n * Q_{\text{promedio}}} \right) * Y_{\text{Muestra}}$$

Calculo caudal método volumétrico:
$$Q(\text{L/s}) = \frac{\text{Volumen}(x)}{\text{Tiempo}(x)}$$

Alícuota No.	Hora	T. Amb. (°C)	T. Agua (°C)	Conductividad (µS/cm)	pH (Unid. pH)	O.D. (mg O ₂ /l)	DETERMINACION DE CAUDAL*		Alícuota (ml)
							Volumen (L)	Tiempo (s)	
1	05:30	21.0	21.5	389	7.38	4.27			
2	11:30	29.2	22.8	403	7.46	3.82			
3	17:30	28.3	22.3	400	7.40	4.11			
4	11:30	22.1	22.0	361	7.22	4.63			
5	05:30	21.8	21.9	480	7.65	3.14			

*Solo aplica para AFORO VOLUMETRICO

Vol. Muestra Compuesta (ml):

Sumatoria Caudales (Σ):

OBSERVACIONES:

El aforo es realizado por Hugo Delgado con micromolinetes, las muestras puntuales se toman en la alícuota #5

Realizado por:

Jhon Galindo - Rodrigo Gomez

REVISO APROBADO

JEFE DE CALIDAD - JEFE DE LABORATORIO - JEFE OPERATIVO
DIRECTOR TÉCNICO

FECHA FECHA

2018-07-05
2018-07-09



Fecha: 2021-11-09 y 10 Municipio: Jbaguá
 Punto de muestreo: Vertimiento Cascada Alto de la Cruz Matriz: A.R.D

Calculo volumen de alcuota: $V_{Alcuota} = \left(\frac{Q_{Alcuota}}{n * Q_{presente}} \right) * V_{Muestra}$ Calculo caudal metodo volumetrico: $Q(t/s) = \frac{Volumen(x)}{Tiempo(x)}$

Alcuota No.	Hora	T. Amb. (°C)	T. Agua (°C)	Conductividad (µS/cm)	pH (Unid. pH)	O.D. (mg O ₂ /l)	DETERMINACION DE CAUDAL*		Caudal (l/s)	Alcuota (ml)
							Volumen (L)	Tiempo (s)		
1	06:00	21,3	22,1	460	3,93	4,15				
2	12:00	23,0	23,2	462	8,01	3,94				
3	18:00	21,9	22,8	450	3,90	4,20				
4	00:00	22,0	22,3	400	3,86	4,31				
5	06:00	21,5	22,0	519	8,15	3,62				

*Solo aplica para AFORO VOLUMETRICO
 Vol. Muestra Compuesta (ml): _____ Sumatoria Caudales (Σ): _____

OBSERVACIONES:
Se hacen 2 aforos por bandedo aguas arriba y aguas abajo del vertimiento por
Huza delgado en malinche, las muestras puntuales se toman en la girvota # 5
 Realizado por: Jhon Giraldo - Rodrigo Gomez

REVISO	JEFE DE CALIDAD - JEFE DE LABORATORIO - JEFE OPERATIVO	FECHA	2018-07-05
APROBO	DIRECTOR TÉCNICO	FECHA	2018-07-09



FLA - 062

Versión: 03

Página 1 de 1

FORMATO CAPTURA DE DATOS COMPOSICION DE MUESTRAS

Fecha:

Punto de muestreo: 2021-11-07 7:08
Vestimiento al país

Municipio: Ibaguá
Matriz: A.L.B.D

$$V_{\text{Alicuota}} = \left(\frac{Q_{\text{Alicuota}}}{n \cdot Q_{\text{promedio}}} \right) * V_{\text{Muestra}} \quad \text{Cálculo caudal método volumétrico: } Q(l/s) = \frac{\text{Volumen}(x)}{\text{Tiempo}(x)}$$

Alicuota No.	Hora	T. Amb. (°C)	T. Agua (°C)	Conductividad (µS/cm)	pH (Unid. pH)	O.D. (mg O ₂ /l)	DETERMINACION DE CAUDAL*		Caudal (L/s)	Alicuota (ml)
							Volumen (L)	Tiempo (s)		
1	07:00	21,6	22,6	800	7,71	0,67	80	2,46	32,5	2354
2	13:00	23,4	24,9	791	7,65	0,89	34	2,50	1,2	2259
3	18:00	27,3	24,1	786	7,62	0,96	35	2,55	26,3	1099
4	01:00	21,7	23,4	768	7,57	1,18	30	2,69	16,0	1883
5	07:00	21,1	22,5	853	8,03	0,53	85	2,51	32,9	2455
	Replicado #5	22,4	23,4	850	8,00	0,53				
	75	22,5	22,5	853	8,02	0,53				

*Solo aplica para AFORO VOLUMETRICO

Vol. Muestra Compuesta (ml): 11980

Sumatoria Caudales (Σ): 151,9

OBSERVACIONES: las muestras portugues se tomaron en la alicuota #5

Realizado por: Jhon Giraldo - Rodrigo Gomez

REVISO
APROBO

JEFE DE CALIDAD - JEFE DE LABORATORIO - JEFE OPERATIVO

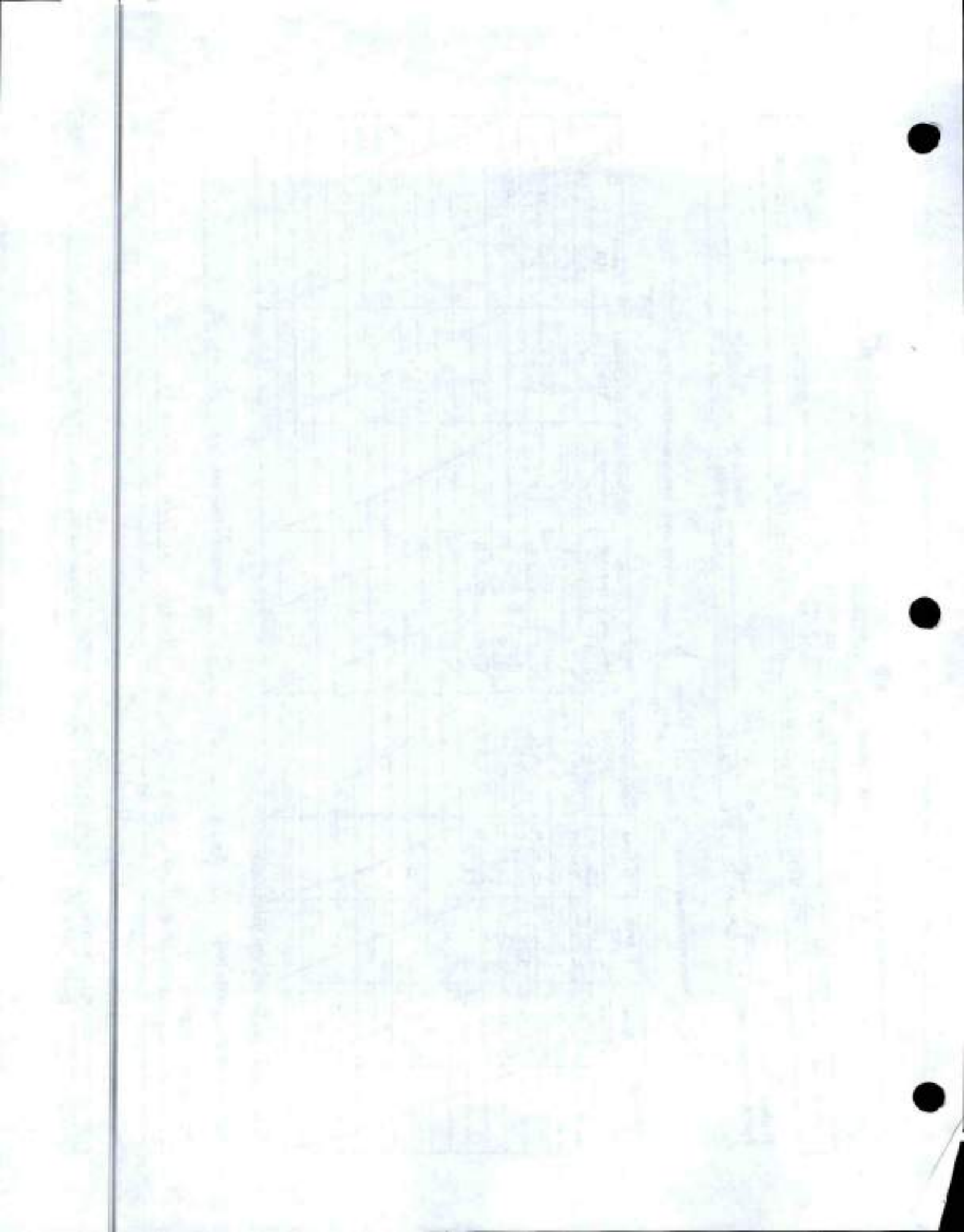
DIRECTOR TÉCNICO

FECHA

FECHA

2018-07-08

2018-07-08



INFORMES DE AFOROS

LABORATORIO AMBIENTAL DEL TOLIMA

Vivero El Secreto, Llanitos Predio No. 65, Km 8 Vía al Nevado Celular: 3174363869



HUGO DAVID DELGADO ENCISO
INGENIERO
ESTADÍSTICA, HIDROLOGÍA Y QUÍMICA
SECCIÓN Y SUBSECCIÓN DE INSTRUMENTOS HIDROGRÁFICOS



INFORME TECNICO DE AFOROS LIQUIDOS A FUENTES SUPERFICIALES

**MEDICION DE CAUDAL EN CUATRO (4) VERTIMIENTOS Y 5 AFOROS
POR VERTIMIENTO EN EL LAPSO DE 24 HORAS, EN LA ZONA
URBANA DEL MUNICIPIO IBAGUÉ, DEPARTAMENTO TOLIMA**

**ELABORADO PARA:
EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO S.A E.S.P.**

**ELABORADO POR:
HUGO DAVID DELGADO ENCISO
HIDROMENSOR**

**FECHA DE EJECUCION DEL AFORO:
OCTUBRE 21 Y 22 DE 2021**

**EMISION DE INFORME
NOVIEMBRE 17 DE 2021**



HIDROMENSURACIÓN
SERVICIOS
ESTADÍSTICA, HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA
SOCIACIÓN Y SUMINISTRO DE INSTRUMENTOS HIDROGRÁFICOS



OBJETO

Realizar veinte (20) aforos líquidos en cuatro (4) vertimientos, cinco aforos por vertimiento en el lapso de 24 horas en los vertimientos EL ESCOBAL, DETRÁS DE COCACOLA, ALIVIADERO CHIPALO SUR Y DETRÁS DE FIBRATOLIMA ubicados en la zona urbana del municipio de Ibagué, departamento del Tolima.

ENTIDAD EJECUTORA

La Corporación de Cuencas del Tolima - **CORCUENCAS**, como operador del Laboratorio Ambiental del Tolima, es la entidad encargada de realizar el presente compromiso a través del Hidromensurador Hugo David Delgado Enciso.

1. DESCRIPCIÓN:

1.1 DEFINICIÓN METODOLOGÍA DEL AFORO

El caudal de una corriente se define como la cantidad o volumen de agua que pasa a través de una sección en la unidad de tiempo (m^3/s , l/s). En consecuencia, se puede decir que las mediciones de caudales no conducen al conocimiento de la variación continua de estos, sino solamente a la determinación de su magnitud en ciertos instantes. Las mediciones de caudal están orientadas a conocer las características hidráulicas del cauce en diferentes estados hidrológicos, asociados con las temporadas de lluvias.

El caudal en una corriente de agua es función del área de la sección de aforos (**A**) y de la velocidad media del flujo (**V**), y se obtiene mediante el producto de estas dos variables:

$$Q = V \times A.$$

Dado que el caudal se da en función del área de la sección y la velocidad media del flujo, este procedimiento se basa en la determinación de estas variables. Este Sistema de aforo es el de mayor uso y requiere que el flujo tenga un comportamiento laminar y que las líneas de flujo sean normales a la sección transversal de aforo. La precisión de las mediciones del caudal depende en gran parte del número de verticales que se tomen para la ejecución de las mediciones para el aforo, profundidad, velocidad etc. En general la distancia entre verticales debe ser aquella que defina secciones parciales por las cuales no pase más del 10% del caudal total. Para cumplir esto se recomienda seleccionar el número de verticales dependiendo de la uniformidad del fondo del cauce.



El caudal puede medirse en un tiempo dado por varios métodos diferentes, y la elección del método depende de las condiciones halladas en un emplazamiento en particular, la mayoría de estos métodos se basa en la medición de la velocidad y el área, que fue el que se usó en este trabajo.

La obtención del caudal de una corriente mediante la realización de aforos líquidos, consiste en hacer una medición en campo que permite luego calcular el caudal de una corriente, este está referenciado a un nivel de agua. El molinete hidrométrico y el Micromolinete de eje horizontal fue el equipo que se utilizó en este trabajo para determinar el caudal de las corrientes medidas con el nivel de aguas residuales que presentaban los vertimientos los días que se hicieron los aforos.

1.2 EQUIPO EMPLEADO

Molinete y Micromolinete Universal OTT de eje horizontal y hélice con ecuación certificada respectivamente por el laboratorio de Hidráulica de la Universidad Nacional (Ver **Anexo No. 1 certificado de calibración**)

- ✓ Cinta métrica
- ✓ Molinete de eje horizontal y hélice
- ✓ Micromolinete de eje horizontal y hélice
- ✓ Contador de revoluciones
- ✓ Varillas para aforos por vadeo
- ✓ Cable coaxial.
- ✓ GPS.

1.3 CALCULO DEL AFORO

Una vez realizado el aforo o medición de caudal se procedió al cálculo del mismo que se hizo en formato previamente establecido en hoja de Excel que involucra la distancia del punto cero de referencia de la sección de aforo, la profundidad en cada vertical, el punto de aforo en cada vertical de acuerdo al método empleado, la velocidad de la corriente expresada en revoluciones y el tiempo de empleado en cada medición.

Con estos cálculos se obtiene en cada abscisa, las velocidades de cada sección o áreas parciales comprendidas entre dos verticales sucesivas de aforo, las profundidades medias (**PM**) de las secciones, el ancho parcial (**AP**) o sea las distancias entre las verticales sucesivas de aforo, así como entre estas y las orillas, y los caudales parciales en cada vertical, los que sumados todos nos dan el caudal total (**Q**) de la sección de aforo. (Ver **Anexo No. 2 cálculo de caudales aforados**)



La Ecuación del Molinete empleado para esta medición se presenta a continuación.

$$V = 0.262 * N - 0.001$$

La Ecuación del Micromolinete empleado para esta medición se presenta a continuación.

$$V = 0.251 * N + 0.032$$

Donde

V= Velocidad real en metros por segundo (m/s)

N= Revoluciones por segundo (rps)

2. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

2.1 LOCALIZACION:

Las mediciones se realizaron los días 21 y 22 de octubre de 2021 en los vertimientos descritos anteriormente, localizados en la zona urbana del municipio de Ibagué Departamento del Tolima.

TABLA 1. LOCALIZACION DE AFOROS

PUNTO DE AFORO	OESTE	NORTE
Vertimiento el Escobal.	75°08'10,7"	4°24'36,25"
Vertimiento detrás de la planta de CocaCola	75°11'01,39"	4°25'22,49"
Vertimiento Aliviadero Chipalo sur	75°09'59,42"	4°25'55,30"
Vertimiento detrás de bodegas de Fibratolima	75°10'14,80"	4°25'53,10"

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO DE CAMPO

Para definir las secciones de aforos, se hizo reconocimiento de la zona de estudio, se escogieron los sitios de aforo que cumplieran con los requisitos técnicos exigidos según normas IDEAM y las normas técnicas O.M.M. (Organización Meteorológica Mundial), para garantizar la confiabilidad y efectuar las mediciones de caudal o aforos.

Los caudales de aguas residuales de los vertimientos se hicieron en el lapso de 24 horas comenzando el día 21 de octubre a la 5 a.m. hasta las 6 a.m. del día 22, se realizaron las mediciones de estas corrientes con Molinete y con Micromolinete, efectuando aforos por vadeo que consiste en atravesar la corriente utilizando una varilla de acero aforada cada centímetro a lo largo de la sección de aforos y seleccionando



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA Y CLIMATOLÓGICA
BOGOTÁ Y SU ALREDEDOR DE LOS SERVICIOS HIDROLÓGICOS



secciones de medición o verticales, anotando las profundidades y velocidades en cada punto de la sección, de acuerdo a los niveles que presentaba las corrientes, en los puntos descritos.

Se midió el ancho de la sección de aforos y se establecieron las verticales o puntos de medición para medir la velocidad del flujo. El método utilizado para las mediciones fue el de superficial y .6, que consiste en medir las velocidades superficiales y al 60% de la profundidad total en cada vertical o punto de la sección predeterminada de aforo, con el fin de obtener la velocidad media en cada vertical y así sucesivamente obtener finalmente el caudal

1. CONCLUSIONES

Con las mediciones efectuadas, se conoció el caudal en litros que pasaban por las corrientes citadas en los puntos descritos anteriormente. (Ver en el **Anexo No. 2** cálculo de Caudales aforados).

TABLA 2. CAUDALES DE LOS PUNTOS DE AFORO

PUNTO DE AFORO	CAUDAL L/s
Vertimiento el Escobal (5 AM)	245 L/s
Vertimiento el Escobal (11 AM)	254 L/s
Vertimiento el Escobal (17 PM)	128 L/s
Vertimiento el Escobal (23 PM)	103 L/s
Vertimiento el Escobal (5 AM siguiente día)	230 L/s
Vertimiento detrás de la planta de CocaCola (5:30 AM)	12 L/s
Vertimiento detrás de la planta de CocaCola (11:30 AM)	9 L/s
Vertimiento detrás de la planta de CocaCola (17:30 AM)	4 L/s
Vertimiento detrás de la planta de CocaCola (23:30 AM)	3 L/s
Vertimiento detrás de la planta de CocaCola (5:30 AM día siguiente)	11 L/s
Vertimiento Aliviadero Chipalo sur (6 AM)	786 L/s
Vertimiento Aliviadero Chipalo sur (12 M)	735 L/s
Vertimiento Aliviadero Chipalo sur (18 PM)	665 L/s
Vertimiento Aliviadero Chipalo sur (00 M)	624 L/s
Vertimiento Aliviadero Chipalo sur (6 AM día siguiente)	705 L/s
Vertimiento detrás de bodegas de Fibratolima (6:30 AM)	10 L/s
Vertimiento detrás de bodegas de Fibratolima (12:30 PM)	11 L/s
Vertimiento detrás de bodegas de Fibratolima (18:30 PM)	6 L/s
Vertimiento detrás de bodegas de Fibratolima (00:30 AM)	4 L/s
Vertimiento detrás de bodegas de Fibratolima (6:30 AM día siguiente)	15 L/s



HUGO DAVID DELGADO ENCISO
INGENIERO
EN TUBERIAS HIDROLOGICAS Y CARACTERISTICAS
DE MAGNETIC SURVEILLANCE DE TUBERIAS HIDROLOGICAS



*"Este informe de es válido únicamente para los puntos analizados y relacionados en él.
Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de la CORPORACIÓN DE CUENCAS DEL TOLIMA"*

Es el informe,

Hugo David Delgado Enciso
Hidromensor



HIDROLOGÍA Y DRENAJE
18220011
ESTADÍSTICA Y CLIMATOLOGÍA
2014016 - VIVIENDA E INSTRUMENTOS HIDROGRÁFICOS



ANEXO No. 1 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Bogotá, 15 de octubre de 2020

B. O.T. - LHID-028-2020

Señor

HUGO DAVID DELGADO ENCISO

HD ESTUDIOS HIDROLÓGICOS Y CLIMATOLÓGICOS

Carrera 7 B No. 51 - 32 Barrio Rincón de Piedra Pintada

Tel: 311 241 07 23

Ibagué

Respetado Señor Hugo :

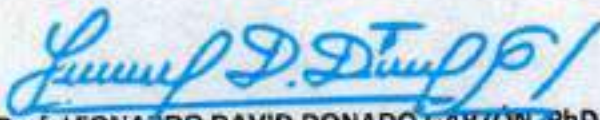
De acuerdo con la Orden de Trabajo LHID-028-2020, a continuación se presenta la ecuación de calibración obtenida en las instalaciones del Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, para el medidor de velocidad de corrientes de referencia:

MOLINETE AOTT KEMPTEN C - 31 - 00 No. 32585, Hélice 1 - 32893

<p><u>ECUACIÓN:</u></p> <p>$Y=0.262 \times N - 0.001$</p>	
<p><u>COEFICIENTE DE REGRESIÓN:</u></p> <p>$R^2 = 0.998$</p>	
<p><u>RANGO DE VALIDEZ DE LA ECUACIÓN:</u></p> <p>$0.15 < V \leq 2.61$ $0.52 < N \leq 9.74$</p>	

La velocidad (V) se obtiene en m/s (metros por segundo) con base en la lectura (N), que se mide en rps (revoluciones por segundo).

Cordialmente,



Prof. LEONARDO DAVID DONADO GARZÓN, PhD
Coordinador

Bogotá, 15 de octubre de 2020

B. O.T. - LHID-028-1-2020

Señor

HUGO DAVID DELGADO ENCISO

HD ESTUDIOS HIDROLÓGICOS Y CLIMATOLÓGICOS

Carrera 7 B No. 51 - 32 Barrio Rincón de Piedra Pintada

Tel: 311 241 07 23

Ibagué

Respetado Señor Hugo :

De acuerdo con la Orden de Trabajo LHID-028-1-2020, a continuación se presenta la ecuación de calibración obtenida en las instalaciones del Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, para el medidor de velocidad de corrientes de referencia:

MICROMOLINETE OTT C 2 No. 361261, Hélice 3 - 371732

<p><u>ECUACIÓN:</u></p> $Y=0.251 \times N + 0.032$	
<p><u>COEFICIENTE DE REGRESIÓN:</u></p> $R^2 = 1.000$	
<p><u>RANGO DE VALIDEZ DE LA ECUACIÓN:</u></p> $0.15 < V \leq 2.27$ $0.31 < N \leq 8.94$	

La velocidad (V) se obtiene en m/s (metros por segundo) con base en la lectura (N), que se mide en rps (revoluciones por segundo).

Cordialmente,



Prof. LEONARDO DAVID DONADO GARZÓN, PhD
Coordinador



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE
ESTRATEGIA Y POLÍTICAS
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y GESTIÓN TERRITORIAL



ANEXO No. 2: CÁLCULO DE CAUDALES AFORADOS



CALCULO DE CAUDALES AFORADOS



Corriente: **VERTIMIENTO** Estación: **ALMADERO CHIPALO SUR** Fecha: **30/22/2021**
 Latitud: **84° 25' 55,30 N** Hora Inicio: **06:00:00 a.m.**
 Longitud: **75° 09' 53,42 W** Hora Final: **06:20:00 a.m.** Hoja No: **1**
 Elevación: **mmsm**
 Molinete: **Tipo OTT/C31 10.001** Sitio Aforo: **CANAL QUEBRADA AGUAS CLAS**
 Hélice No: **1-32881**

Abscisa (m)	Prof. (m)	Punto	Prof. De Observac (m)	No. De Revs	Tiempo (Seg)	N Fluvio	VELOCIDAD			Area m ²	Profundidad Media	Ancho (m)	Descargas Parciales (m ³ /s)
							En el punto	Medida en la Vertical	Medida en la Sección				
0.00													
Margen Derecha	0.54							0.000					
0.15	0.54	0.00	0.00	242	50.0	4.84	1.267	1.244	0.829	0.081	0.540	0.150	0.067
		0.60	0.32	233	50.0	4.88	1.220						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.30	0.54	0.00	0.00	265	50.0	5.30	1.368	1.220	1.232	0.081	0.540	0.150	0.100
		0.60	0.32	201	50.0	4.07	1.052						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.45	0.54	0.00	0.00	267	50.0	5.74	1.503	1.293	1.257	0.081	0.540	0.150	0.102
		0.60	0.32	207	50.0	4.14	1.084						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.60	0.54	0.00	0.00	288	50.0	5.78	1.513	1.372	1.333	0.081	0.540	0.150	0.108
		0.60	0.32	295	50.0	4.70	1.230						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.75	0.54	0.00	0.00	271	50.0	5.42	1.419	1.325	1.348	0.081	0.540	0.150	0.109
		0.60	0.32	235	50.0	4.70	1.230						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.90	0.54	0.00	0.00	255	50.0	5.10	1.335	1.506	1.317	0.081	0.540	0.150	0.107
		0.60	0.32	245	50.0	4.90	1.283						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
1.05	0.54	0.00	0.00	245	50.0	4.90	1.283	1.251	1.280	0.081	0.540	0.150	0.104
		0.60	0.32	233	50.0	4.88	1.220						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
1.10	0.00	0.00		0			0.000	0.000	0.626	0.014	0.270	0.050	0.008
							0.000						

Ecuación: $N \leq 0.15 \quad V = 0.282 N - 0.001$ **AFORO REALIZADO POR: 1- HUGO DAVID DELGADO**
 Observaciones: **El aforo se hizo en el canal de conducción de aguas residuales sobre la quebrada Aguas Claras.** Perímetro Mojado: 2.113
 Radio Hidráulico: 0.275
 $R_h^{0.485}$: 0.423



HUGO DELGADO

CALCULO DE CAUDALES AFORADOS



Comente:
Latitud:
Longitud:
Elevación:

VERTIMIENTO
04° 28' 22.48 N
75° 11' 51.38 W
msnm

Estación: **DETRÁS DE COCACOLA**
Hora Inicio: 17:30:00 p.m.
Hora Final: 17:40:00 p.m.

Fecha: **16/01/2021**
Hoja No: 1

Molinete: **Tipo OTTUM2**
Hélice No: **3-371732**

Sitio Aforo: **DETRÁS BODEGA COCACOLA**

Abacaa (m)	Prof. (m)	Punto	Prof. De Observac (m)	No. De Revol	Tiempo (Seg)	N Rev/kg	VELOCIDAD			Meda en la Sección	Area m ²	Profund. ed Meda	Ancho (m)	Descargas Parciales (m ³ /s)
							Eh-41	Meda en la Vertical	Meda en la Sección					
0.00														
Margen izquierda	0.00								0.000					
0.10	0.03	0.00	0.00	12	50.0	0.24	0.092		0.092	0.081	0.002	0.100	0.000	
	0.00	0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000							
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000		0.122	0.107	0.003	0.100	0.000	
		0.00	0.00	18	50.0	0.36	0.122							
0.20	0.03	0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000		0.142	0.132	0.003	0.100	0.000	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000							
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000		0.168	0.168	0.004	0.100	0.001	
		0.00	0.00	22	50.0	0.44	0.142							
0.30	0.03	0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000		0.193	0.168	0.004	0.100	0.001	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000							
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000		0.142	0.168	0.004	0.100	0.001	
		0.00	0.00	37	50.0	0.64	0.193							
0.40	0.04	0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000		0.313	0.228	0.004	0.100	0.001	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000							
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000		0.147	0.230	0.004	0.100	0.001	
		0.00	0.00	21	50.0	0.42	0.137							
0.50	0.04	0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000		0.147	0.274	0.002	0.100	0.000	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000							
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000							
0.60	0.04	0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000							
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000							
0.70	0.04	0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000							
		0.00	0.00	23	50.0	0.46	0.147							
0.80	0.00	0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000							

Ecuación: $N \leq 0.15 \quad V = 0.291 N + 0.032$

AFORO REALIZADO POR: 1- HUGO DAVID DELGADO

Observaciones: El aforo se realizo detras de las bodegas de la planta de cocaCola.

Perimetro Mojado: 0.863
Radio Hidraulico: 0.028
 $R_h^{3/2}$: 0.094



CALCULO DE CAUDALES AFORADOS



Comenta: **VERTIMIENTO**
 Latitud: **04° 28' 22.68 N**
 Longitud: **75° 11' 01.28 W**
 Elevación: **mnm**

Estación: **DETRÁS DE COCACOLA**
 Hora Inicio: **23:30:00 p.m.**
 Hora Final: **23:40:09 p.m.**

Fecha: **18/01/2021**
 Hoja No: **1**

Molnato: **Tipo OTT/C2**
 Hélice No: **2-371732**

Sito Aforo: **DETRÁS BODEGA COCACOLA**

Abacisa (m)	Prof. (m)	Punto	Prof. De Observ. (m)	No. De Revol.	Tiempo (Seg)	N Revolg.	VELOCIDAD			Area m ²	Profundid ed Meda	Ancho (m)	Descargas Pasajeros (m ³ /s)
							En el punto	Medio en la Vertical	Medio en la Sección				
0.00													
Margen izquierda	0.00								0.000				
0.10	0.03	0.00	0.00	15	50.0	0.30	0.107	0.071	0.002	0.015	0.100	0.000	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.20	0.05	0.00	0.00	18	50.0	0.36	0.122	0.115	0.003	0.030	0.100	0.000	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.30	0.03	0.00	0.00	19	50.0	0.38	0.127	0.125	0.003	0.030	0.100	0.000	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.40	0.04	0.00	0.00	29	50.0	0.58	0.178	0.153	0.004	0.035	0.100	0.001	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.50	0.03	0.00	0.00	22	50.0	0.44	0.142	0.160	0.004	0.035	0.100	0.001	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.60	0.03	0.00	0.00	18	50.0	0.36	0.122	0.132	0.003	0.030	0.100	0.000	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.70	0.03	0.00	0.00	14	50.0	0.28	0.102	0.112	0.003	0.030	0.100	0.000	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.75	0.00	0.00		0			0.000	0.061	0.001	0.015	0.050	0.000	

Ecuación: $N \leq 0.15 \quad V = 0.251 N + 0.032$

AFORO REALIZADO POR: 1- HUGO DAVID DELGADO

Observaciones: **El aforo se realizo detras de las bodegas de la planta de coca cola.**

Perimetro Mojado: **0.805**
 Radio Hidráulico: **0.028**
 R_h^{20} : **0.089**

Contente : **VERTIMIENTO**
 Latitud: **04° 35' 22.49 N**
 Longitud: **79° 11' 01.28 W**
 Elevación: mm

Estación : **DETRÁS DE COCACOLA**
 Hora Inicio: **05:30:00 a.m.**
 Hora Final: **05:40:00 a.m.**

Fecha : **10/22/2021**

Hoja No: **1**

Molinet: **Tip OTT/C2**
 Hélice No: **3-971732**

Sitio Aforo : **DETRÁS BODEGA COCACOLA**

Abscisa (m)	Prof. (m)	Punto	Prof. De Observac (m)	Nº. De Revolv	Tiempo (Seg)	Nº Revolv	VELOCIDAD			Area m ²	Profundid ad Media	Ancho (m)	Descargas Parciales (m ³ /s)
							En el punto	Meda en la Vertical	Meda en la Sección				
0.00	0.00												
Margen Izquierda	0.00												
								0.000					
0.10	0.03		0.00	13	50.0	0.26	0.097	0.097	0.065	0.002	0.015	0.100	0.000
			0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.20	0.06		0.00	40	50.0	0.80	0.233	0.233	0.165	0.004	0.040	0.100	0.001
			0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.30	0.08		0.00	47	50.0	0.94	0.258	0.258	0.251	0.007	0.065	0.100	0.002
			0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.40	0.09		0.00	49	50.0	0.92	0.253	0.253	0.255	0.008	0.060	0.100	0.002
			0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.50	0.07		0.00	48	50.0	0.96	0.273	0.273	0.258	0.006	0.060	0.100	0.002
			0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.60	0.06		0.00	44	50.0	0.88	0.253	0.253	0.253	0.007	0.065	0.100	0.002
			0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.70	0.06		0.00	52	50.0	1.04	0.283	0.283	0.273	0.006	0.060	0.100	0.002
			0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.80	0.03		0.00	10	50.0	0.20	0.062	0.062	0.188	0.005	0.045	0.100	0.001
			0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.90	0.00		0.00	0			0.000	0.000					
			0.00	0									

Ecuación: $N \pm 0.15 V = 0.251 N + 0.002$

AFORO REALIZADO POR: **1- HUGO DAVID DELGADO**

Observaciones: El aforo se realizó detrás de las bodegas de la planta de coca cola.

Perímetro Mojado: **1.004**
 Radio Hidráulico: **0.047**
 R_n: **0.130**



INSTITUTO CUBANO DE HIDROLOGÍA
SECCIÓN DE
ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS Y CLIMATOLÓGICOS
BOYACUÍN - SUMINISTRO DE AGUAS POTABLES Y RESERVA DE AGUA



ANEXO No. 3 REGISTRO FOTOGRÁFICO



INSTITUTO HIDROLÓGICO DEL ESTADO DE HIDALGO
ESTACIONES HIDROLÓGICAS Y CLIMATOLÓGICAS
SECRETARÍA DE SALUBRIDAD DE NUESTRO ESTADO HIDROGRÁFICO



VERTIMIENTO EL ESCOBAL DIA 21 DE OCTUBRE MAÑANA



VERTIMIENTO EL ESCOBAL DIA 21 DE OCTUBRE NOCHE





MUNICIPIO DEL ESCOBAL
TEL: 72220000
CALLE LAS AMÉRICAS - CANTÓN EL ESCOBAL
ESTACIÓN SANITARIA DE ASESORÍA TECNOLÓGICA



VERTIMIENTO EL ESCOBAL DIA 22 DE OCTUBRE MAÑANA



VERTIMIENTO DETRÁS DE COCACOLA DIA 21 MAÑANA





CONSEJO REGULADOR DEL SECTOR
DE AGUAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID
ESTADOS-HECOTECNICOS Y DIBUJOS-PLANOS
REDON- Y SUSPENSION DE ACTIVIDADES HECOTECNICAS



VERTIMIENTO DETRÁS DE COCOACOLA DIA 21 NOCHE



VERTIMIENTO DETRÁS DE COCACOLA DIA 22 MAÑANA





INSTITUTO HIDROLÓGICO DEL ESTADO DE CHIAPAS
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
DEPARTAMENTO DE AGUAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Y SANEAMIENTO



VERTIMIENTO DETRÁS DE FIBRATOLIMA DIA 21 MAÑANA



VERTIMIENTO DETRÁS DE FIBRATOLIMA DIA 21 NOCHE





MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
CORPORACIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA
CORCUENCAS



VERTIMIENTO DETRÁS DE FIBRATOLIMA DIA 22 MAÑANA



VERTIMIENTO ALVIADERO CHIPALO DIA 21 MAÑANA





DIRECCIÓN GENERAL DE
HIDROLOGÍA
ESTADÍSTICA - EDUCACIÓN - CALIDAD DEL AGUA
DISTRITO ESPECIALIZADO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y PROGRAMAS



VERTIMIENTO ALIVIADERO CHIPALO DIA 21 NOCHE



VERTIMIENTO ALIVIADERO CHIPALO DIA 22 MAÑANA





HUGO DAVID DELGADO ENCISO
ESTUDIOS HIDROLOGICOS Y DRENAJE
ESTACION MUNICIPAL DE AGUAS CALIENTES - BOGOTÁ



INFORME TECNICO DE AFOROS LIQUIDOS A FUENTES SUPERFICIALES

**MEDICION DE CAUDAL EN TRES (3) VERTIMIENTOS Y 5 AFOROS
POR VERTIMIENTO EN EL LAPSO DE 24 HORAS, EN LA ZONA
URBANA DEL MUNICIPIO IBAGUÉ, DEPARTAMENTO TOLIMA**

**ELABORADO PARA:
EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO S.A E.S.P.**

**ELABORADO POR:
HUGO DAVID DELGADO ENCISO
HIDROMENSOR**

**FECHA DE EJECUCION DEL AFORO:
OCTUBRE 25 Y 26 DE 2021**

**EMISION DE INFORME
NOVIEMBRE 17 DE 2021**



INSTRUMENTACIÓN
ELECTRÓNICA
ELECTRÓNICA
ELECTRÓNICA
ELECTRÓNICA



OBJETO

Realizar quince (15) aforos líquidos en tres (3) vertimientos, cinco (5) aforos por vertimiento en el lapso de 24 horas en los vertimientos EL BOSQUE PARTE BAJA, EL BOSQUE PARTE ALTA Y EL BARRIO URIBE ubicados en la zona urbana del municipio de Ibagué, departamento del Tolima.

ENTIDAD EJECUTORA

La Corporación de Cuencas del Tolima - **CORCUENCAS**, como operador del Laboratorio Ambiental del Tolima, es la entidad encargada de realizar el presente compromiso a través del Hidromensurador Hugo David Delgado Enciso.

1. DESCRIPCIÓN:

1.1 DEFINICIÓN METODOLOGÍA DEL AFORO

El caudal de una corriente se define como la cantidad o volumen de agua que pasa a través de una sección en la unidad de tiempo (m^3/s , l/s). En consecuencia, se puede decir que las mediciones de caudales no conducen al conocimiento de la variación continua de estos, sino solamente a la determinación de su magnitud en ciertos instantes. Las mediciones de caudal están orientadas a conocer las características hidráulicas del cauce en diferentes estados hidrológicos, asociados con las temporadas de lluvias.

El caudal en una corriente de agua es función del área de la sección de aforos (**A**) y de la velocidad media del flujo (**V**), y se obtiene mediante el producto de estas dos variables:

$$Q = V \times A$$

Dado que el caudal se da en función del área de la sección y la velocidad media del flujo, este procedimiento se basa en la determinación de estas variables. Este Sistema de aforo es el de mayor uso y requiere que el flujo tenga un comportamiento laminar y que las líneas de flujo sean normales a la sección transversal de aforo. La precisión de las mediciones del caudal depende en gran parte del número de verticales que se tomen para la ejecución de las mediciones para el aforo, profundidad, velocidad etc. En general la distancia entre verticales debe ser aquella que defina secciones parciales por las cuales no pase más del 10% del caudal total. Para cumplir esto se recomienda seleccionar el número de verticales dependiendo de la uniformidad del fondo del cauce.



El caudal puede medirse en un tiempo dado por varios métodos diferentes, y la elección del método depende de las condiciones halladas en un emplazamiento en particular, la mayoría de estos métodos se basa en la medición de la velocidad y el área, que fue el que se usó en este trabajo.

La obtención del caudal de una corriente mediante la realización de aforos líquidos, consiste en hacer una medición en campo que permite luego calcular el caudal de una corriente, este está referenciado a un nivel de agua. El molinete hidrométrico y el Micromolinete de eje horizontal fue el equipo que se utilizó en este trabajo para determinar el caudal de las corrientes medidas con el nivel de aguas residuales que presentaban los vertimientos los días que se hicieron los aforos.

1.2 EQUIPO EMPLEADO

Molinete y Micromolinete Universal OTT de eje horizontal y hélice con ecuación certificada respectivamente por el laboratorio de Hidráulica de la Universidad Nacional (Ver **Anexo No. 1** certificado de calibración)

- ✓ Cinta métrica
- ✓ Molinete de eje horizontal y hélice
- ✓ Micromolinete de eje horizontal y hélice
- ✓ Contador de revoluciones
- ✓ Varillas para aforos por vadeo
- ✓ Cable coaxial.
- ✓ GPS.

1.3 CALCULO DEL AFORO

Una vez realizado el aforo o medición de caudal se procedió al cálculo del mismo que se hizo en formato previamente establecido en hoja de Excel que involucra la distancia del punto cero de referencia de la sección de aforo, la profundidad en cada vertical, el punto de aforo en cada vertical de acuerdo al método empleado, la velocidad de la corriente expresada en revoluciones y el tiempo de empleado en cada medición.

Con estos cálculos se obtiene en cada abscisa, las velocidades de cada sección o áreas parciales comprendidas entre dos verticales sucesivas de aforo, las profundidades medias (**PM**) de las secciones, el ancho parcial (**AP**) o sea las distancias entre las verticales sucesivas de aforo, así como entre estas y las orillas, y los caudales parciales en cada vertical, los que sumados todos nos dan el caudal total (**Q**) de la sección de aforo. (Ver **Anexo No. 2** cálculo de caudales aforados)



INSTITUTO HIDROLÓGICO DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA
BOGOTÁ, COLOMBIA
ESTADÍSTICA, HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA
CALLE 140 N° 1 SURBANCOS DE ALTHAUSER 111 - BOGOTÁ COLOMBIA



La Ecuación del Molinete empleado para esta medición se presenta a continuación.

$$V = 0.262 * N - 0.001$$

La Ecuación del Micromolinete empleado para esta medición se presenta a continuación.

$$V = 0.251 * N + 0.032$$

Donde

V= Velocidad real en metros por segundo (m/s)

N= Revoluciones por segundo (rps)

2. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

2.1 LOCALIZACION:

Las mediciones se realizaron los días 25 y 26 de octubre de 2021 en los vertimientos descritos anteriormente, localizados en la zona urbana del municipio de Ibagué Departamento del Tolima.

TABLA 1. LOCALIZACION DE AFOROS

PUNTO DE AFORO	OESTE	NORTE
Vertimiento El Bosque parte baja.	75°13'19,20"	4°25'33,50"
Vertimiento El Bosque parte Alta	75°12'18,30"	4°25'45,20"
Vertimiento El Barrio Uribe	75°12'55,60"	4°25'29,10"

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO DE CAMPO

Para definir las secciones de aforos, se hizo reconocimiento de la zona de estudio, se escogieron los sitios de aforo que cumplieran con los requisitos técnicos exigidos según normas IDEAM y las normas técnicas O.M.M. (Organización Meteorológica Mundial), para garantizar la confiabilidad y efectuar las mediciones de caudal o aforos.

Los caudales de aguas residuales de los vertimientos se hicieron en el lapso de 24 horas comenzando el día 25 de octubre a la 5 a.m. hasta las 6 a.m. del día 26, se realizaron las mediciones de estas corrientes con Molinete y con Micromolinete, efectuando aforos por vadeo que consiste en atravesar la corriente utilizando una varilla de acero aforada cada centímetro a lo largo de la sección de aforos y seleccionando secciones de medición o verticales, anotando las profundidades y velocidades en cada



punto de la sección, de acuerdo a los niveles que presentaba las corrientes, en los puntos descritos.

Se midió el ancho de la sección de aforos y se establecieron las verticales o puntos de medición para medir la velocidad del flujo. El método utilizado para las mediciones fue el de superficial y .6, que consiste en medir las velocidades superficiales y al 60% de la profundidad total en cada vertical o punto de la sección predeterminada de aforo, con el fin de obtener la velocidad media en cada vertical y así sucesivamente obtener finalmente el caudal

3- CONCLUSIONES

Con las mediciones efectuadas, se conoció el caudal en litros que pasaban por las corrientes citadas en los puntos descritos anteriormente. (Ver en el **Anexo No. 2** cálculo de Caudales aforados).

TABLA 2. CAUDALES DE LOS PUNTOS DE AFORO

PUNTO DE AFORO	CAUDAL L/s
Vertimiento el Bosque parte baja (5:30 AM)	58 L/s
Vertimiento el Bosque parte baja (11:30 AM)	62 L/s
Vertimiento el Bosque parte baja (17:30 PM)	51 L/s
Vertimiento el Bosque parte baja (23:30 PM)	49 L/s
Vertimiento el Bosque parte baja (5:30 AM siguiente día)	54 L/s
Vertimiento el Bosque parte alta (6:00 AM)	118 L/s
Vertimiento el Bosque parte alta (12:00 M)	86 L/s
Vertimiento el Bosque parte alta (18:00 PM)	77 L/s
Vertimiento el Bosque parte alta (00:00 M)	61 L/s
Vertimiento el Bosque parte alta (06:00 AM día siguiente)	105 L/s
Vertimiento Barrio Uribe (6:30 AM)	172 L/s
Vertimiento Barrio Uribe (12:30 PM)	169 L/s
Vertimiento Barrio Uribe (18:30 PM)	124 L/s
Vertimiento Barrio Uribe (00:30 AM)	119 L/s
Vertimiento Barrio Uribe (06:30 AM día siguiente)	154 L/s

*"Este informe de es válido únicamente para los puntos analizados y relacionadas en él.
Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de la CORPORACION DE CUENCAS DEL TOLIMA"*

Es el informe,

Hugo David Delgado Enciso
Hidromensurador



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
DE INGENIERÍA Y CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y CIENCIAS



ANEXO No. 1 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Bogotá, 15 de octubre de 2020

B. O.T. - LHID-028-1-2020

Señor
HUGO DAVID DELGADO ENCISO
HD ESTUDIOS HIDROLÓGICOS Y CLIMATOLÓGICOS
Carrera 7 B No. 51 - 32 Barrio Rincón de Piedra Pintada
Tel: 311 241 07 23
Ibagué

Respetado Señor Hugo :

De acuerdo con la Orden de Trabajo LHID-028-1-2020, a continuación se presenta la ecuación de calibración obtenida en las instalaciones del Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, para el medidor de velocidad de corrientes de referencia:

MICROMOLINETE OTT C 2 No. 361261, Hélice 3 - 371732

<p><u>ECUACIÓN:</u></p> <p>$Y=0.251 \times N + 0.032$</p>	
<p><u>COEFICIENTE DE REGRESIÓN:</u></p> <p>$R^2 = 1.000$</p>	
<p><u>RANGO DE VALIDEZ DE LA ECUACIÓN:</u></p> <p>$0.15 < V \leq 2.27$ $0.31 < N \leq 8.94$</p>	

La velocidad (V) se obtiene en m/s (metros por segundo) con base en la lectura (N), que se mide en rps (revoluciones por segundo).

Cordialmente,



Prof. LEONARDO DAVID DONADO GARZON, PhD
Coordinador

Bogotá, 15 de octubre de 2020

B. O.T. - LHID-028-2020

Señor

HUGO DAVID DELGADO ENCISO

HD ESTUDIOS HIDROLÓGICOS Y CLIMATOLÓGICOS

Carrera 7 B No. 51 - 32 Barrio Rincón de Piedra Pintada

Tel: 311 241 07 23

Ibagué

Respetado Señor Hugo :

De acuerdo con la Orden de Trabajo LHID-028-2020, a continuación se presenta la ecuación de calibración obtenida en las instalaciones del Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, para el medidor de velocidad de corrientes de referencia:

MOLINETE AOTT KEMPTEN C - 31 - 00 No. 32585, Hélice 1 - 32893

<p><u>ECUACIÓN:</u></p> <p>$Y=0.262 \times N - 0.001$</p>	
<p><u>COEFICIENTE DE REGRESIÓN:</u></p> <p>$R^2 = 0.998$</p>	
<p><u>RANGO DE VALIDEZ DE LA ECUACIÓN:</u></p> <p>$0.15 < V \leq 2.61$ $0.52 < N \leq 9.74$</p>	

La velocidad (V) se obtiene en m/s (metros por segundo) con base en la lectura (N), que se mide en rps (revoluciones por segundo).

Cordialmente,



Prof. LEONARDO DAVID DONADO GARZÓN, PhD
Coordinador



HIDROLOGÍA DEL AGUAFUERTE
INTEGRACIÓN DE LOS SERVICIOS DE
ESTADÍSTICA Y CONSTRUCCIÓN DE
OBRAS DE MANEJO DEL AGUAFUERTE



ANEXO No. 2: CÁLCULO DE CAUDALES AFORADOS



CALCULO DE CAUDALES AFORADOS

Cliente: **VERTIMIENTO** Estación: **EL BOSQUE PARTE ALTA** Fecha: **10/25/2021**
 Latitud: **04° 28' 45.20" N** Hora Inicio: **00:00:00 m.** Hoja No: **1**
 Longitud: **75° 12' 18.32" W** Hora Final: **00:20:00 a.m.** Sitio Aforo: **PARTE ALTA ALTO DE CRUZ**
 Elevación: **mm**
 Molinete: **Tipo OTTIC2**
 Hálize No: **3-371732**

Abscisa (m)	Prof. (m)	Punto	Prof. De Observac. (m)	No. De Pasos	Tiempo (5g)	N Rev/5g	VELOCIDAD			Area m ²	Profundad Media	Ancho (m)	Descargas Parciales (m ³ s)
							Vel. por paso	Medio en la Vertical	Medio en la Sección				
0.00	0.00												
Margen izquierda	0.00							0.000					
0.25	0.09	0.00	0.00	12	50.0	0.24	0.092		0.061	0.011	0.250	0.001	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.50	0.09	0.00	0.00	45	50.0	0.90	0.258		0.175	0.023	0.250	0.004	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.75	0.10	0.00	0.00	51	50.0	1.02	0.288		0.273	0.019	0.200	0.005	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.90	0.11	0.00	0.00	13	50.0	0.26	0.097		0.193	0.021	0.200	0.004	
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
1.10	0.11	0.00	0.00	69	50.0	1.38	0.378		0.236	0.022	0.110	0.200	0.005
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
1.30	0.11	0.00	0.00	71	50.0	1.42	0.388		0.363	0.022	0.110	0.200	0.005
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
1.50	0.16	0.00	0.00	63	50.0	1.26	0.348		0.366	0.027	0.135	0.200	0.010
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
1.70	0.14	0.00	0.00	30	50.0	0.60	0.183		0.263	0.030	0.150	0.200	0.006
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
1.80	0.12	0.00	0.00	32	50.0	0.64	0.193		0.168	0.028	0.130	0.200	0.005
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
2.10	0.10	0.00	0.00	43	50.0	0.86	0.248		0.221	0.022	0.110	0.200	0.005
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
2.30	0.15	0.00	0.00	29	50.0	0.58	0.178		0.213	0.025	0.125	0.200	0.005
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000		0.069	0.006	0.075	0.100	0.001
2.40	0.00	0.00	0.00	0			0.000		0.000				
									0.239	0.256	0.167	2.400	0.061

Ecuación: $N \pm 6.16 V = 0.261 N + 0.032$ AFORO REALIZADO POR: **HUGO DAVID DELGADO**

Observaciones: **El aforo se realizó 40 mts. abajo de la salida del tubo del recimiento.** Perimetro Mojado: **2.613**
 Radio Hidráulico: **0.098**
 $R_{1/2}$: **0.212**



CALCULO DE CAUDALES AFORADOS

Corriente :
Latitud:
Longitud:
Elevación:

VERTIMIENTO

84° 28' 45.20 N

79° 12' 18.20 W

mmmm

Molinete:
Hélice No.:

Tipo CITA/C2

3-371732

Estación : EL BOSQUE PARTE ALTA

Hora Inicio: 06:00:00 a.m.

Hora Final: 06:20:00 a.m.

Fecha : 19/06/2021

Hoja No: 1

Sitio Aforo : PARTE ALTA ALTO DE CRUZ

Abscisa (m)	Prof. (m)	Punto	Prof. De Observac (m)	No. De Revol	Tiempo (Sg)	N Rev/s	VELOCIDAD				Medio en la Sección	Área m ²	Profundidad Medda	Ancho (m)	Descargas Parciales (m ³ /s)	
							En el punto	Medda en la Vertical	Medio en la Sección	Medio en la Sección						
0.00																
0.20	0.15	0.00	0.00	24	50.0	0.48	0.152		0.101	0.015	0.075	0.200	0.002			
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	72	50.0	1.44	0.393		0.273	0.031	0.155	0.200	0.006			
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	121	50.0	2.42	0.636		0.516	0.034	0.170	0.200	0.018			
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	57	50.0	0.74	0.218		0.429	0.030	0.150	0.200	0.013			
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	23	50.0	0.46	0.147		0.163	0.024	0.120	0.200	0.004			
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	23	50.0	0.46	0.147		0.147	0.024	0.120	0.200	0.004			
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	32	50.0	0.64	0.193		0.170	0.023	0.115	0.200	0.004			
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	59	50.0	1.16	0.323		0.256	0.021	0.105	0.200	0.005			
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	86	50.0	1.86	0.524		0.424	0.030	0.150	0.200	0.013			
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	87	50.0	1.74	0.469		0.487	0.041	0.205	0.200	0.020			
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	36	50.0	0.72	0.213		0.341	0.038	0.180	0.200	0.012			
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000									
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000		0.107	0.015	0.075	0.200	0.002			
		0.00	0.00	0			0.000									

Ecuación: $N \pm 0.16 V = 0.261 N + 0.032$

AFORO REALIZADO POR: 1- HUGO DAVID DELGADO

Observaciones: El aforo se realizó 40 ms. abajo de la salida del tubo del vertimiento.

Perímetro Mojado 2.670
Radio Hidráulico 0.121
 $R_h^{0.485}$ 0.245



CALCULO DE CAUDALES AFORADOS



Corriente: **VERTIMIENTO**
 Latitud: **04° 25' 25.19" N**
 Longitud: **75° 12' 55.69" W**
 Elevación: _____ msnm

Estación: **BARRIO URIBE**
 Hora Inicio: **06:30:00 a.m.**
 Hora Final: **06:50:00 a.m.**

Fecha: **10/26/2021**

Hoja No: **1**

Molinet: **Tipo OTTIC31 10.001**

Sitio Aforo: **PARTE BAJA BARRIO URIBE**

Hélice No: **1-32893**

Abscisa (m)	Prof. (m)	Punto	Prof. De Observac. (m)	No. De Revols	Tiempo (Sg)	N Rev/sg	VELOCIDAD		Meda en la Sección	Area m ²	Profundad Media	Ancho (m)	Descargas Parciales (m ³ /s)
							En el punto	Meda en la Vertical					
0.00													
Margen Derecha	0.00								0.000				
0.10	0.09	0.00	0.00	211	60.0	4.22	1.105		0.939	0.605	0.045	0.100	0.003
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.25	0.11	0.00	0.00	321	50.0	6.42	1.681		1.429	1.104	0.015	0.100	0.010
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.40	0.14	0.00	0.00	287	50.0	5.74	1.503		1.277	1.353	0.019	0.125	0.025
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.55	0.16	0.00	0.00	301	50.0	6.02	1.576		1.340	1.309	0.023	0.150	0.029
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.70	0.16	0.00	0.00	295	50.0	5.96	1.561		1.326	1.333	0.024	0.160	0.032
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.85	0.12	0.00	0.00	279	50.0	5.58	1.481		1.242	1.284	0.021	0.140	0.027
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
1.00	0.09	0.00	0.00	221	60.0	4.42	1.157		0.983	1.113	0.016	0.105	0.018
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
1.10	0.00			0					0.000				
									1.223	0.128	0.109	1.100	0.154

Ecuación: $N \leq 0.18 \quad V = 0.262 \text{ N} - 0.001$

AFORO REALIZADO POR: **1- HUGO DAVID DELGADO**

Observaciones: **El aforo se hizo en la salida del tubo del vertimiento.**

Perimetro Mojado: 1.318
 Radio Hidráulico: 0.098
 R_h^{10} : 0.209



MINISTERIO DE SALUD
INSTITUTO HONDUREÑO DE INVESTIGACIONES
E INNOVACIONES TECNOLÓGICAS Y BIOMÉDICAS



ANEXO No. 3 REGISTRO FOTOGRÁFICO



HEMISFERIO OCCIDENTAL
BOGOTÁ
ESTRATEGIA DE SERVICIOS Y OPERACIONES
ASOCIACIÓN MUNICIPAL DE FONTANERÍA Y DRENAJE



VERTIMIENTO BARRIO URIBE DIA 25 MAÑANA



VERTIMIENTO BARRIO URIBE DIA 25 NOCHE





HYDROLOGÍA Y DELINEACIÓN
S.A. DE C.V.
ESTRADA HIDROLOGICA Y Delineación S.A. DE C.V.
RETIACIONES Y MANEJO DE AGUAS EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS



VERTIMIENTO BARRIO URIBE DIA 26 MAÑANA



VERTIMIENTO EL BOSQUE PARTE BAJA DIA 25 MAÑANA





INSTITUTO HONDUREÑO DE MEDIO AMBIENTE Y URBANISMO
ESTADÍSTICA, MONITOREO Y CALIDAD DEL AMBIENTE
DISEÑO Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA



VERTIMIENTO EL BOSQUE PARTE BAJA DIA 25 NOCHE



VERTIMIENTO EL BOSQUE PARTE BAJA DIA 26 MAÑANA





HERO DAVID BELANDIER
19 222 333
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARÍA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA Y ENERGÍA



VERTIMIENTO EL BOSQUE PARTE ALTA DIA 25 DIA



**VERTIMIENTO EL BOSQUE PARTE ALTA DIA 25 NOCHE
POR MOTIVOS DE SEGURIDAD NO TOME FOTOS DE NOCHE**



PROCESO DE DESARROLLO
ESTADO DE DESARROLLO Y TRANSICIÓN
ESTADO DE DESARROLLO Y TRANSICIÓN



VERTIMIENTO EL BOSQUE PARTE ALTA DIA 26 MAÑANA





HUGO DAVID DELGADO ENCISO
INGENIERO EN
ESTUDIOS HIDROLÓGICOS Y CLIMATOLÓGICOS
CERTIFICADO Y SUPLIENDO DE INGENIEROS HIDROLOGISTAS



INFORME TECNICO DE AFOROS LIQUIDOS A FUENTES SUPERFICIALES

**MEDICION DE CAUDAL EN DOS (2) VERTIMIENTOS Y 5 AFOROS POR
VERTIMIENTO EN EL LAPSO DE 24 HORAS, EN LA ZONA URBANA
DEL MUNICIPIO IBAGUÉ, DEPARTAMENTO TOLIMA**

**ELABORADO PARA:
EMPRESA IBAGUERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO S.A E.S.P.**

**ELABORADO POR:
HUGO DAVID DELGADO ENCISO
HIDROMENSOR**

**FECHA DE EJECUCION DEL AFORO:
OCTUBRE 27 Y 28 DE 2021**

**EMISION DE INFORME
NOVIEMBRE 17 DE 2021**



HIDROMENSURADOR HUGO DAVID DELGADO ENCISO
ESTUDIOS HIDROLOGICOS Y AMBIENTALES
DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTACIONES DE MONITOREO



OBJETO

Realizar diez (10) aforos líquidos en dos (2) vertimientos, cinco aforos por vertimiento en el lapso de 24 horas en los sitios DOS QUEBRADAS y VILLA DEL RIO ubicados en la zona urbana del municipio de Ibagué, departamento del Tolima.

ENTIDAD EJECUTORA

La Corporación de Cuencas del Tolima - **CORCUENCAS**, como operador del Laboratorio Ambiental del Tolima, es la entidad encargada de realizar el presente compromiso a través del Hidromensurador Hugo David Delgado Enciso.

1. DESCRIPCION:

1.1 DEFINICION METODOLOGIA DEL AFORO

El caudal de una corriente se define como la cantidad o volumen de agua que pasa a través de una sección en la unidad de tiempo (m^3/s , l/s). En consecuencia, se puede decir que las mediciones de caudales no conducen al conocimiento de la variación continua de estos, sino solamente a la determinación de su magnitud en ciertos instantes. Las mediciones de caudal están orientadas a conocer las características hidráulicas del cauce en diferentes estados hidrológicos, asociados con las temporadas de lluvias.

El caudal en una corriente de agua es función del área de la sección de aforos (**A**) y de la velocidad media del flujo (**V**), y se obtiene mediante el producto de estas dos variables:

$$Q = V \times A.$$

Dado que el caudal se da en función del área de la sección y la velocidad media del flujo, este procedimiento se basa en la determinación de estas variables. Este Sistema de aforo es el de mayor uso y requiere que el flujo tenga un comportamiento laminar y que las líneas de flujo sean normales a la sección transversal de aforo. La precisión de las mediciones del caudal depende en gran parte del número de verticales que se tomen para la ejecución de las mediciones para el aforo, profundidad, velocidad etc. En general la distancia entre verticales debe ser aquella que defina secciones parciales por las cuales no pase más del 10% del caudal total. Para cumplir esto se recomienda seleccionar el número de verticales dependiendo de la uniformidad del fondo del cauce.



El caudal puede medirse en un tiempo dado por varios métodos diferentes, y la elección del método depende de las condiciones halladas en un emplazamiento en particular, la mayoría de estos métodos se basa en la medición de la velocidad y el área, que fue el que se usó en este trabajo.

La obtención del caudal de una corriente mediante la realización de aforos líquidos, consiste en hacer una medición en campo que permite luego calcular el caudal de una corriente, este está referenciado a un nivel de agua. El Micromolinetete de eje horizontal fue el equipo que se utilizó en este trabajo para determinar el caudal de las corrientes medidas con el nivel de aguas residuales que presentaban los vertimientos los días que se hicieron los aforos.

1.2 EQUIPO EMPLEADO

Micromolinetete Universal OTT de eje horizontal y hélice con ecuación certificada respectivamente por el laboratorio de Hidráulica de la Universidad Nacional (Ver **Anexo No. 1 certificado de calibración**)

- ✓ Cinta métrica
- ✓ Micromolinetete de eje horizontal y hélice
- ✓ Contador de revoluciones
- ✓ Varillas para aforos por vadeo
- ✓ Cable coaxial.
- ✓ GPS.

1.3 CALCULO DEL AFORO

Una vez realizado el aforo o medición de caudal se procedió al cálculo del mismo que se hizo en formato previamente establecido en hoja de Excel que involucra la distancia del punto cero de referencia de la sección de aforo, la profundidad en cada vertical, el punto de aforo en cada vertical de acuerdo al método empleado, la velocidad de la corriente expresada en revoluciones y el tiempo de empleado en cada medición.

Con estos cálculos se obtiene en cada abscisa, las velocidades de cada sección o áreas parciales comprendidas entre dos verticales sucesivas de aforo, las profundidades medias (**PM**) de las secciones, el ancho parcial (**AP**) o sea las distancias entre las verticales sucesivas de aforo, así como entre estas y las orillas, y los caudales parciales en cada vertical, los que sumados todos nos dan el caudal total (**Q**) de la sección de aforo. (Ver **Anexo No. 2 cálculo de caudales aforados**)



INSTITUTO DEPARTAMENTAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
ESTACIONES METEOROLÓGICAS Y CLIMATOLÓGICAS
ESTACIONES DE OBSERVACIÓN DE ALTIMETRIA Y NEVOSIMETROS



La Ecuación del Micromolinete empleado para esta medición se presenta a continuación.

$$V = 0.251 \cdot N + 0.032$$

Donde

V= Velocidad real en metros por segundo (m/s)

N= Revoluciones por segundo (rps)

2. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

2.1 LOCALIZACION:

Las mediciones se realizaron los días 27 y 28 de octubre de 2021 en los vertimientos descritos anteriormente, localizados en la zona urbana del municipio de Ibagué Departamento del Tolima.

TABLA 1. LOCALIZACION DE AFOROS

PUNTO DE AFORO	OESTE	NORTE
Vertimiento Dos Quebradas.	75°14'04,40"	4°25'33,90"
Vertimiento Villa del Rio	75°10'53,6"	4°26'32,7"

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO DE CAMPO

Para definir las secciones de aforos, se hizo reconocimiento de la zona de estudio, se escogieron los sitios de aforo que cumplieran con los requisitos técnicos exigidos según normas IDEAM y las normas técnicas O.M.M. (Organización Meteorológica Mundial), para garantizar la confiabilidad y efectuar las mediciones de caudal o aforos.

Los caudales de aguas residuales de los vertimientos se hicieron en el lapso de 24 horas comenzando el día 27 de octubre a la 5 a.m. hasta las 6 a.m. del día 28, se realizaron las mediciones de estas corrientes con Micromolinete, efectuando aforos por vadeo que consiste en atravesar la corriente utilizando una varilla de acero aforada cada centímetro a lo largo de la sección de aforos y seleccionando secciones de medición o verticales, anotando las profundidades y velocidades en cada punto de la sección, de acuerdo a los niveles que presentaba las corrientes, en los puntos descritos.

Se midió el ancho de la sección de aforos y se establecieron las verticales o puntos de medición para medir la velocidad del flujo. El método utilizado para las mediciones fue



HUGO DAVID DELGADO ENCISO
19 231 423 A
ESTADÍSTICA - HIDROLOGÍA - CLIMATOLOGÍA
BOGOTÁ - INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ACUÁTICAS



el de superficial únicamente, que consiste en medir las velocidades superficiales en cada vertical o punto de la sección predeterminada de aforo, con el fin de obtener la velocidad media en cada vertical y así sucesivamente obtener finalmente el caudal

1. CONCLUSIONES

Con las mediciones efectuadas, se conoció el caudal en litros que pasaban por las corrientes citadas en los puntos descritos anteriormente. (Ver en el **Anexo No. 2** cálculo de Caudales aforados).

TABLA 2. CAUDALES DE LOS PUNTOS DE AFORO

PUNTO DE AFORO	CAUDAL L/s
Vertimiento Dos Quebradas (5:30 AM)	57 L/s
Vertimiento Dos Quebradas (11:30 AM)	51 L/s
Vertimiento Dos Quebradas (17:30 PM)	40 L/s
Vertimiento Dos Quebradas (23:30 PM).	35 L/s
Vertimiento Dos quebradas (5:30 AM siguiente día)	52 L/s
Vertimiento Villa del Rio (7:00 AM)	26 L/s
Vertimiento Villa del Rio (13:00 PM)	24 L/s
Vertimiento Villa del Rio (19:00 PM)	19 L/s
Vertimiento Villa del Rio (01:00 AM)	13 L/s
Vertimiento Villa del Rio (7:00 AM día siguiente)	24 L/s

*"Este informe de es válido únicamente para los puntos analizados y relacionados en él.
Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de la CORPORACIÓN DE CUENCAS DEL TOLIMA"*

Es el informe,

Hugo David Delgado Enciso
Hidromensur



INSTITUTO DE HIDRÁULICA Y DRENAJE
IHD
ESTACIONES HIDRÁULICAS Y CLIMATOLÓGICAS
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES Y OBRAS DE HIDRÁULICA



ANEXO No. 1 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Bogotá, 15 de octubre de 2020

B. O.T. - LHID-028-1-2020

Señor
HUGO DAVID DELGADO ENCISO
HD ESTUDIOS HIDROLÓGICOS Y CLIMATOLÓGICOS
Carrera 7 B No. 51 - 32 Barrio Rincón de Piedra Pintada
Tel: 311 241 07 23
Ibagué

Respetado Señor Hugo :

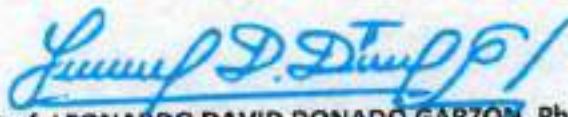
De acuerdo con la Orden de Trabajo LHID-028-1-2020, a continuación se presenta la ecuación de calibración obtenida en las instalaciones del Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, para el medidor de velocidad de corrientes de referencia:

MICROMOLINETE OTT C 2 No. 361261, Hélice 3 - 371732

<p><u>ECUACIÓN:</u></p> $Y=0.251 \times N + 0.032$	
<p><u>COEFICIENTE DE REGRESIÓN:</u></p> $R^2 = 1.000$	
<p><u>RANGO DE VALIDEZ DE LA ECUACIÓN:</u></p> $0.15 < V \leq 2.27$ $0.31 < N \leq 8.94$	

La velocidad (V) se obtiene en m/s (metros por segundo) con base en la lectura (N), que se mide en rps (revoluciones por segundo).

Cordialmente,



Prof. LEONARDO DAVID DONADO GARZÓN, PhD
Coordinador



MUNICIPIO DE CALI
SERVICIOS ESPECIALIZADOS Y CONSULTORIOS
DISEÑO Y SUMINISTRO DE INSTRUMENTOS HIDROLOGICOS



ANEXO No. 2: CÁLCULO DE CAUDALES AFORADOS

**CALCULO DE CAUDALES AFORADOS**

Corriente: **VERTIMIENTO**
 Latitud: **04° 25' 33.80 N**
 Longitud: **78° 14' 04.40 W**
 Elevación: **mm**

Estación: **DOS QUERRADAS**
 Hora Inicio: **11:30:00 a.m.**
 Hora Final: **11:50:00 a.m.**

Fecha: **19/07/2021**

Hoja No: **1**

Molinete: **Tipo CITA/C2**
 Hélice No: **2-371732**

Sitio Aforo: **SECTOR CARTAGENITA**

Abscisa (m)	Prof. (m)	Punto	Prof. de Observ. (m)	No. De Revoluciones	Tiempo (Sg)	N Rev/sg	VELOCIDAD			Área m ²	Profundidad Medía	Ancho (m)	Descargas Parciales (m ³ /s)
							En el punto	Medida en la Vertical	Medida en la Sección				
0.00													
Margen izquierda	0.00							0.000					
	0.10	0.00	0.00	59	50.0	1.18	0.328	0.328	0.219	0.010	0.050	0.200	0.002
0.20		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
	0.10	0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000	0.368	0.258	0.015	0.100	0.150	0.005
0.30		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
	0.20	0.00	0.00	69	50.0	1.38	0.378	0.378	0.363	0.023	0.150	0.150	0.009
0.50		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
	0.20	0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000	0.383	0.361	0.030	0.200	0.150	0.011
0.60		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
	0.23	0.00	0.00	72	50.0	1.44	0.393	0.393	0.368	0.032	0.215	0.150	0.013
0.80		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
	0.10	0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000	0.398	0.378	0.025	0.165	0.150	0.009
0.95		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
	0.00	0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000	0.000	0.179	0.008	0.050	0.150	0.001
1.10													

Ecuación: $N \leq 0.15 V + 0.251 N + 0.032$

AFORO REALIZADO POR: **1- HUSO DAVID DELGADO**

Observaciones: **El aforo se realizó en el sector del barrio cartagenita.**

Pímetro Mejido: **1.365**
 Radio Hidráulico: **0.104**
 R_w^{20} : **0.221**

0.367 0.142 0.133 1.109 0.081



CALCULO DE CAUDALES AFORADOS



Contante : **VERTIMIENTO** Estación : **DOS QUERRADAS** Fecha : **10/29/2021**
 Latitud : **04° 25' 33.90 N** Hora Inicio : **09:30:00 a.m.**
 Longitud : **78° 14' 04.40 W** Hora Final : **09:50:00 a.m.**
 Elevación :
 Molinete : **Tipo QTY/C2** Sitio Aforo : **SECTOR CARTAGENA**
 Hélice No: **3-371732**

Abscisa (m)	Prof. (m)	Punto	Prof. de Observac (m)	No. De Revolu.	Tiempo (Sg)	N. Revulg.	VELOCIDAD			Área m ²	Profundidad Media	Ancho (m)	Descargas Parciales (m ³ /s)
							En el punto	Medio en la Vertical	Medio en la Sección				
0.00													
Margen Izquierda	0.00							0.000					
0.20	0.10	0.00	0.00	50	50.0	1.00	0.283		0.189	0.010	0.050	0.200	0.002
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.30	0.10	0.00	0.00	58	60.0	1.10	0.308		0.206	0.015	0.100	0.150	0.004
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.50	0.25	0.00	0.00	62	60.0	1.24	0.343		0.328	0.025	0.185	0.150	0.005
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.65	0.24	0.00	0.00	67	60.0	1.34	0.368		0.356	0.035	0.235	0.150	0.013
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.80	0.25	0.00	0.00	70	60.0	1.40	0.383		0.376	0.035	0.235	0.150	0.013
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.95	0.13	0.00	0.00	62	60.0	1.24	0.343		0.383	0.027	0.180	0.150	0.010
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
1.10	0.00	0.00	0.00	0			0.000						

Ecuación: $N \leq 0.15 \quad V = 0.261 N + 0.882$ AFORO REALIZADO POR: **1- HUGO DAVID DELGADO**

Observaciones: **El aforo se realizó en el sector del barrio cartagena.**

Perímetro Mojado : 1.394
 Radio Hidráulico : 0.113
 R_m^{27} : 0.233



CALCULO DE CAUDALES AFORADOS



Comente :
 Latitud:
 Longitud:
 Elevación:

VERTIMIENTO
 94° 28' 32.7 N
 79° 10' 53.8 W
 masam

Estación : **VILLA DEL RIO**
 Hora Inicio: 19:00:00 p.m.
 Hora Final: 19:20:00 p.m.

Fecha : 10/2/2021

Hoja No: 1

Módelo: **Tipo OTDC2**
 Hélice No: 3-371732

Sito Aforo: **JARDIN CHIPALO**

Abscisa (m)	Prof. (m)	Punto	Prof. De Observac (m)	No De Revolt	Tiempo (Seg)	N Revolt	VELOCIDAD		Meda en la Sección	Area m ²	Profundid ad Media	Ancho (m)	Descargas Parciales (m ³ /s)
							Velocidad	Velocidad					
0.00													
Margen izquierda	0.00								0.000				
0.10	0.04	0.00	0.00	36	50.0	0.72	0.213			0.142	0.002	0.100	0.000
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000	0.213					
		0.00	0.00	0	50.0	0.00	0.000						
0.25	0.06	0.00	0.00	38	60.0	0.78	0.223			0.218	0.008	0.150	0.002
		0.00	0.00	0	60.0	0.00	0.000	0.223					
		0.00	0.00	0	60.0	0.00	0.000						
0.40	0.07	0.00	0.00	41	60.0	0.82	0.238			0.231	0.010	0.150	0.002
		0.00	0.00	0	60.0	0.00	0.000	0.238					
		0.00	0.00	0	60.0	0.00	0.000						
0.55	0.10	0.00	0.00	37	60.0	0.74	0.218			0.226	0.013	0.085	0.150
		0.00	0.00	0	60.0	0.00	0.000	0.218					
		0.00	0.00	0	60.0	0.00	0.000						
0.70	0.10	0.00	0.00	43	60.0	0.86	0.248			0.233	0.015	0.100	0.150
		0.00	0.00	0	60.0	0.00	0.000	0.248					
		0.00	0.00	0	60.0	0.00	0.000						
0.85	0.11	0.00	0.00	44	60.0	0.88	0.253			0.251	0.016	0.105	0.150
		0.00	0.00	0	60.0	0.00	0.000	0.253					
		0.00	0.00	0	60.0	0.00	0.000						
1.00	0.10	0.00	0.00	39	60.0	0.78	0.228			0.241	0.016	0.105	0.150
		0.00	0.00	0	60.0	0.00	0.000	0.228					
		0.00	0.00	0	60.0	0.00	0.000			0.114	0.005	0.050	0.100
1.10	0.00	0.00	0.00	0			0.000	0.000					

Ecuación: $N \leq 0.16 \ V = 4.251 \ N + 0.032$

AFORO REALIZADO POR:

1. HUGO DAVID DELGADO

Observaciones:

Perimetro Mojado 1.245
 Radio Hidráulico 0.067
 $R_m^{2/3}$ 0.165



INSTITUTO CHILENO DE
HIDROLOGÍA
ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS Y CLIMATOLÓGICOS
SISTEMAS Y SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y ENERGÍA ELÉCTRICA



ANEXO No. 3 REGISTRO FOTOGRÁFICO



HIDRO DAVID RELAJADO TRONCO
28 222 811 4
EN LUGAR DE HERRAMIENTAS Y EQUIPAMIENTO
EDIFICACIONES Y SERVICIOS DE ASESORIA Y CONSULTORIA



VERTIMIENTO DOS QUEBRADAS DIA 27 MAÑANA



VERTIMIENTO DOS QUEBRADAS DIA 27 NOCHE

