Neiva,

Señores
JAIRO CASTAÑEDA,
NORA FIERRO DE CASTAÑEDA,
EMAIL norafierro@live.com

asunto: Notificación por medio electrónico de la resolución - 0899 de 02 ABR 2025, referente al trámite de aprobación de los planos y memorias técnicas de la obra hidráulica

Por medio de la presente; y en concordancia con lo establecido en el artículo 56 de la ley 1437 de 2011, me permito remitir el acto administrativo mencionado en el asunto. La notificación electrónica quedará surtida a partir de la fecha y hora en que el usuario acceda al acto administrativo, fecha y hora que será certificada a través de la Empresa de Servicios Postales S.A.

Cordialmente,

JUAN CARLOS ORTIZ CUELLAR
Subdirector de Regulación y Calidad Ambiental

Proyectó: Cbahamon
Profesional Especializado SRCA

Concesión de aguas superficiales

RESOLUCIÓN No. - 0899

(02 ABR 2025)

POR MEDIO DE LA CUAL SE APRUEBAN UNOS DISEÑOS Y PLANOS DE OBRAS DE CONTROL DE CAUDALES DE LA CORRIENTE RIO TUNE, QUEBRADA LA GUAGUA Y SUS PRINCIPALES TRIBUTARIOS

EL SUBDIRECTOR DE REGULACION Y CALIDAD AMBIENTAL DE LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA EN EJERCICIO DE LAS FUNCIONES SEÑALADAS EN LA LEY 99 DE 1993, Y EN ESPECIAL LAS CONFERIDAS POR LA DIRECCION GENERAL SEGÚN RESOLUCIONES Nos. 4041 DE 2017, MODIFICADA BAJO LAS RESOLUCIÓN Nos. 104 de 2019, 466 DE 2020, 2747 DE 2022 Y 864 de 2024,

CONSIDERANDO

Mediante Resolución CAM No. 3946 del 30 de diciembre del 2021 se "reglamenta los usos y aprovechamiento de las aguas superficiales de uso público – Rio Tune, Quebrada La Guagua y sus principales tributarios que discurren por los municipios de Teruel y Palermo, en el Departamento del Huila", en cuyo Artículo Tercero y Articulo Cuarto se menciona lo siguiente:

> ***ARTÍCULO TERCERO.*** *Los usuarios de las aguas del Río Tune, Quebrada La Guagua y sus principales tributarios que discurren por los municipios de Teruel y Palermo, quedan obligados a construir las obras hidráulicas necesarias para la captación, conducción, reparto, distribución y control de los caudales asignados a sus respectivos predios por derivaciones a sus costas. Las obras existentes se podrán utilizar adaptándolas al control de los caudales asignados. Cada usuario de las aguas de estas corrientes hídricas deberá mantener en perfecto estado de conservación y limpieza los cauces derivados, con el fin de mantener la capacidad suficiente para transportar los caudales asignados. En todo caso las obras de captación deberán estar provistas de los elementos necesarios que permitan conocer en cualquier momento la cantidad de agua que se derive.*
>
> ***ARTÍCULO CUARTO.*** *Los concesionarios del recurso hídrico reglamentado por usos deberán presentar los planos y diseños de las obras de control de caudal que trata el artículo anterior, en un término no mayor a 60 días, dando cumplimiento a lo descrito en el Artículo 2.2.3.2.19.5 del Decreto 1076 de 2015. Las obras que deban emprenderse o modificarse deben ejecutarse sobre la base de planos previamente aprobados. Ciento veinte (120) días después de aprobados los planos, las obras deben estar terminadas para ser recibidas por la Corporación y autorizar su funcionamiento.*

Que mediante Radicado CAM No. 2024-S 8085 del 01 de abril de 2024, se hace requerimiento por visita de seguimiento, para dar cumplimiento al Artículo Tercero y Articulo Cuarto referente a las obras de medición y control de caudal.

Que mediante Radicado CAM No. 2024-E 35021 de 27 de noviembre de 2024, el señor el señor Jairo Castañeda, identificado con C.C No. 4.922.006 de Palermo (Huila) y Nora Fierro De Castañeda, identificado con C.C. No. 26.534.928 de Palermo (Huila) actuando como titulares de la concesión otorgada, en cumplimiento al Artículo Tercero y Articulo Cuarto, presenta los cálculos y diseños de la obra de control de caudal propuesta (Vertedero triangular de pared delgada).

Que el profesional especializado de la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental rindió el concepto técnico de fecha 7 de marzo de 2025, del cual fue muy claro en establecer entre otros aspectos lo siguiente:

(...)

ASPECTOS TECNICOS EVALUADOS

El decreto 1076 de 2015 que retoma el articulado del Código de recursos naturales y el Decreto 1541 de 1978 establece las siguientes precisiones:

DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.1.
Obras hidráulicas. Al tenor de lo dispuesto por el artículo 119 del Decreto - Ley 2811 de 197 4. las disposiciones de esta sección tienen por objeto promover, fomentar, encauzar y hacer obligatorio el estudio, construcción y funcionamiento de obras hidráulicas para cualquiera de los usos del recurso hídrico y para su defensa y conservación, sin perjuicio de las funciones, corresponden al Ministerio de Obras Públicas (Decreto 1541 de 1978, art. 183).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.2.
Presentación de planos e imposición de obligaciones. Los beneficiarios de una concesión o permiso para el uso de aguas o el aprovechamiento de cauces están obligados a presentar a la Autoridad Ambiental competente para su estudio aprobación y registro, los planos de las obras necesarias para la captación, control, conducción, almacenamiento o distribución del caudal o el aprovechamiento del cauce. En la resolución que autorice la ejecución de las obras se impondrá la titular del permiso o concesión la obligación de aceptar y facilitar la supervisión que llevará a cabo la Autoridad Ambiental competente para verificar el cumplimiento de las obligaciones a su cargo. (Decreto 1541 de 1978, art. 184).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.5.
Aprobación de planos y de obras, trabajos o instalaciones. Las obras, trabajos o instalaciones a que se refiere la presente sección, requieren dos aprobaciones:
a. La de los planos, incluidos los diseños finales de ingeniería, memorias técnicas y descriptivas, especificaciones técnicas y plan de operación; aprobación que debe solicitarse y obtenerse antes de empezar la construcción de las obras, trabajos e instalaciones.

b. La de las obras, trabajos o instalaciones una vez terminada su construcción y antes de comenzar su uso, y sin cuya aprobación éste no podrá ser iniciado. (Decreto 1541 de 1978, art. 188).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.6.
Obligaciones de proyectos de obras hidráulicas, públicas o privadas para utilizar aguas o sus cauces o lechos. Los proyectos de obras hidráulicas, públicas o privadas para utilizar aguas o sus cauces o lechos deben incluir los estudios, planos y presupuesto de las obras y trabajos necesarios para la conservación o recuperación de las aguas y sus lechos o cauces, acompañados de una memoria, planos y presupuesto deben ser sometidos a aprobación y registro por la Autoridad Ambiental competente. (Decreto 1541 de 1978, art. 191).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.7.
Obligaciones para proyectos que incluyan construcciones como presas, diques, compuertas, vertederos, pasos de vías públicas. Los proyectos que incluyen construcciones como presas, diques, compuertas, vertederos, pasos de vías públicas, en cuya construcción sea necesario garantizar a terceros contra posibles perjuicios que puedan ocasionarse por deficiencia de diseños, de localización o de ejecución de la obra, deberán ir acompañados además de los que se requieren en el artículo 2.2.3.2.19.5, letra a) de este Decreto, de una memoria técnica detallada sobre el cálculo estructural e hidráulico de las obras. (Decreto 1541 de 1978, art. 192).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.8.
Planos y escalas. Los planos exigidos por esta sección se deberán presentar por triplicado en planchas de 100 x 70 centímetros y a las siguientes escalas: a. Para planos generales de localización; escala 1:10.000 hasta 1:25.000 preferiblemente deducidos de cartas geográficas del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". b. Para localizar terrenos embalsables, irrigables y otros similares para la medición planimétrica y topográfica, se utilizarán escalas: 1: 1.000 hasta 1: 5.000; c. Para perfiles escala horizontal 1:1.000 hasta 1:2.000 y escala vertical de 1:50 hasta 1:200 d. Para obras civiles, de 1:25 hasta 1:100, y e. Para detalles de 1:10 hasta 1:50 (Decreto 1541 de 1978, art. 194).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.9.
Estudio, aprobación y registro de los planos. Los planos acompañados de las memorias descriptivas y cálculos hidráulicos y estructurales serán presentados a la Autoridad Ambiental competente y una vez aprobados por ésta, tanto el original como los duplicados, con la constancia de la aprobación serán registrados en la forma prevista en el capítulo 4 del presente título Para el estudio de los planos y memorias descriptivas y cálculos estructurales que presenten los usuarios conforme a esta sección, así como para la aprobación de las obras una vez construidas, la Autoridad Ambiental competente-podrá solicitar la colaboración del Ministerio de Transporte y del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER.

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.15.
De los profesionales. Los proyectos a que se refiere la presente sección serán realizados y formados por profesionales idóneos titulados de acuerdo con lo establecido en las normas legales vigentes. (Decreto 1541 de 1978, art. 201).

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.16.
Construcción de obras. Aprobados los planos y memorias técnicas por la Autoridad Ambiental competente los concesionarios o permisionarios deberán construir las obras dentro del término que se fije; una vez construidas las someterá a estudio para su aprobación. (Decreto 1541 de 1978, art. 202).

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El solicitante presenta lo siguiente:

El ingeniero Juan Sebastian Calceto Garavito, egresado de la Universidad Surcolombiana, identificado con Cédula de Ciudadanía No. 1075281317 de Neiva (Huila) y con matrícula profesional No. 161037-0712957 TLM, y el ingeniero Bairo Antonio Rojas Beltrán, egresado de La Universidad Del Cauca, identificado con Cédula de Ciudadanía No. 1075264135 de Palestina (Huila) y con matrícula profesional No. 70238-276283, presentaron como obra de captación y control los planos para la Medición de Caudal mediante una Vertedero triangular de pared delgada, anexando además las memorias de cálculo de las obras hidráulicas y los respectivos planos.

1 INTRODUCCIÓN

El uso eficiente y ahorro del agua es fundamental para realizar un desarrollo sostenible de los proyectos agropecuarios que se desarrollan en la región. Siendo la medición de caudal una herramienta fundamental para garantizar el caudal concesionado y detectar fugas o pérdidas de agua en la unidad productiva cuando estas se presentan. En este sentido, se presentan las memorias de cálculo del diseño de obra de control de caudal para el predio Lote 1 Zona Cultivable y del cual hacen parte cultivos rotacionales de propiedad de la Señora Nora Fierro de Castañeda.

El predio Lote 1 Zona Cultivable se localiza en la vereda Farfán del municipio Palermo departamento del Huila y cuenta con concesión de aguas superficiales de la Quebrada Nilo mediante resolución CAM No 3946 de 2021"Por la cual se reglamenta los usos y aprovechamiento de las aguas superficiales de uso público- Río Tune, Quebrada la Guagua y sus principales tributarios", con un caudal asignado de 7,20 lps para uso agrícola. Se diseñará obra de control para derivar el caudal concesionado mediante dicha resolución. El ingreso de agua se realiza en la cota que es la más favorable para la ubicación de la obra hidráulica que funcionará como control de caudal para este predio.

En el presente informe técnico se presenta el análisis y diseño de la obra de control que más se ajusta al caudal concesionado, facilidad de construcción y economía en la estructura hidráulica.

2 OBRA DE CONTROL

Para realizar mediciones directas en corrientes superficiales se pueden utilizar diferentes métodos como; medidores Parshall, vertederos, correntómetros, estaciones de aforo, entre otros. La selección del método depende de su costo, operación, durabilidad, características del sitio, caudal a medir, entre otros.

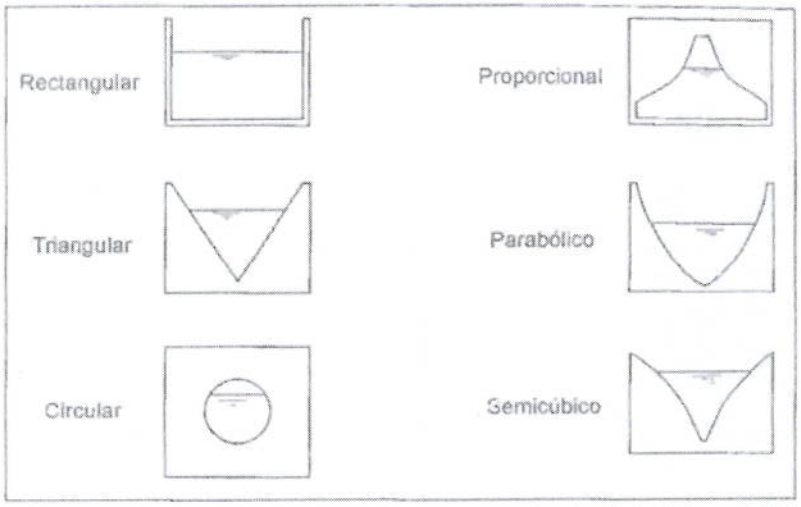
Para medir el caudal de ingreso al predio Lote 1 Zona Cultivable se escogió la opción de un vertedero debido a su fácil construcción, operación y cantidad de caudal a medir.

2.1 VERTEDERO

Cuando la descarga del liquido se efectúa por encima de un muro o una placa y a superficie libre, la estructura hidráulica en la que ocurre se llama vertedero; éste puede presentar diferentes formas según las finalidades a que se destine.

Los vertederos pueden clasificarse de diferentes maneras según su forma, el espesor de la pared, el tipo de descarga y el número de contracciones laterales. A continuación, se ilustran los diferentes tipos de vertederos según su forma geométrica.

Figura 1 Formas de vertedero



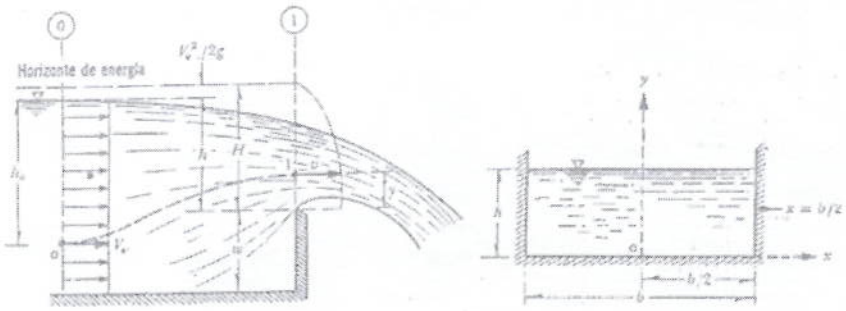
Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado, López 2003

Los vertederos más utilizados por su facilidad de construcción y calibración son los rectangulares y los triangulares. Los vertederos pueden ser de pared gruesa o delgada; el más común para mediciones en corrientes superficiales es el de pared delgada. Pueden trabajar en descarga libre o parcialmente sumergida, pero es preferible la condición de descarga libre.

2.1.1 Ecuación General de los Vertederos

Para el diseño del vertedero de pared delgada se tiene en cuenta la ecuación general del gasto, que sale del principio de conservación de la energía (ecuación de Bernoulli) y principio de continuidad para una línea de corriente entre los puntos O y 1, tal como se observa en la siguiente figura.

Figura 2 Principio conservación de la energía y de continuidad entre el punto 0 y 1



Fuente: Hidráulica General, Sotelo 1997

$$H = h + \frac{V_0^2}{2g}$$

$$Si\ w\ es\ muy\ grande, \frac{V_0^2}{2g}\ es\ despreciable\ y\ H = h$$

$$H = h + \frac{V_0^2}{2g} \quad \sim 0$$

$$x = f(y)\ representa\ la\ ecuación\ que\ define\ la\ formula\ del\ vertedor$$

$$aplicando\ Bernulli\ entre\ el\ punto\ 0\ y\ el\ punto\ 1, se\ tiene$$

$$h_0 + \frac{V_0^2}{2g} = h_0 - h + \frac{V^2}{2g}$$

$$H = h + \frac{V_0^2}{2g} = y + \frac{V^2}{2g} \quad \sim 0$$

$$V = \sqrt{2g(h-y)}$$

$$dA = 2 * \mu * x * dy$$

μ=Coeficiente empírico que considera el efecto de contracción de la lámina vertiente

$$dQ = V * dA$$

$$dQ = 2 * \sqrt{2g}.\mu.x.\sqrt{h-y}.dy$$

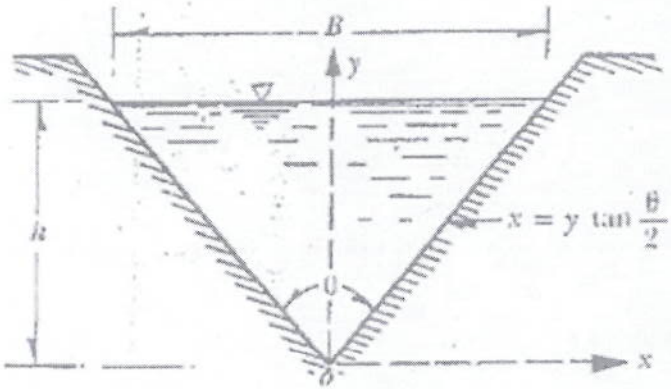
$$Q = 2 * \sqrt{2g}.\mu.\int_0^h x\sqrt{h-y}.dy$$

La anterior formula es la ecuación general del gasto para un vertedor de pared delgada, la cual es posible integrar si se conoce la forma del vertedor. Para este caso, debido a que el caudal no es elevado se determina un vertedero triangular.

2.1.2 Vertedero Triangular de pared delgada

Los vertederos triangulares se recomiendan para el aforo de gastos inferiores a 30Us y cargas superiores a 6cm y hasta 60cm. Su precisión es mejor que la del rectangular, para gastos pequeños, e incluso para gastos comprendidos entre 40 y 300L/s.

Figura 3 Vertedero Triangular



Fuente: Hidráulica General, Sotelo 1997

Partiendo de la ecuación general y sabiendo la forma del vertedero se desarrolla la fórmula para el vertedero triangular de pared delgada.

$$Q = 2 * \sqrt{2g}.\mu.\int_0^h x\sqrt{h-y}.dy$$

$$x = y * \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$Q = -2.\sqrt{2g}.\mu.\tan\left(\frac{\theta}{2}\right).\int_0^h y.(h-y)^{\frac{1}{2}}.dy$$

La integral se resuelve por sustitución:

$$h - y = z$$

$$dy = -dz$$

$$Q = -2.\sqrt{2g}.\mu.\tan\left(\frac{\theta}{2}\right).\int_h^0 (h-z).z^{\frac{1}{2}}.dz$$

$$Q = -2.\sqrt{2g}.\mu.\tan\left(\frac{\theta}{2}\right).\left[\frac{h.z^{3/2}}{3/2} - \frac{z^{5/2}}{5/2}\right]_h^0$$

$$Q = -2.\sqrt{2g}.\mu.\tan\left(\frac{\theta}{2}\right).\left(-\frac{2}{3}.h^{\frac{5}{2}} + \frac{2}{5}.h^{\frac{5}{2}}\right)$$

$$Q = -2.\sqrt{2g}.\mu.\tan\left(\frac{\theta}{2}\right).\left(-\frac{4}{15}.h^{\frac{5}{2}}\right)$$

Se obtiene finalmente, la ecuación general para los vertederos triangulares de pared delgada.

- Q = caudal del vertedero (m3/s)
- g = aceleración de la gravedad (m/s2)
- 4> = Angulo del vertedero (°)
- h = carga del vertedero (m)
- μ = coeficiente de descarga del vertedero, hay diferentes ecuaciones, un μ frecuente es de 0,62, sin embargo, este depende de la forma de construcción.

También la ecuación se puede expresar de la siguiente manera

$$Q_V = C * h^{\frac{5}{2}}$$

El coeficiente de descarga o gasto μ o C se puede calcular a través de las siguientes formulas.

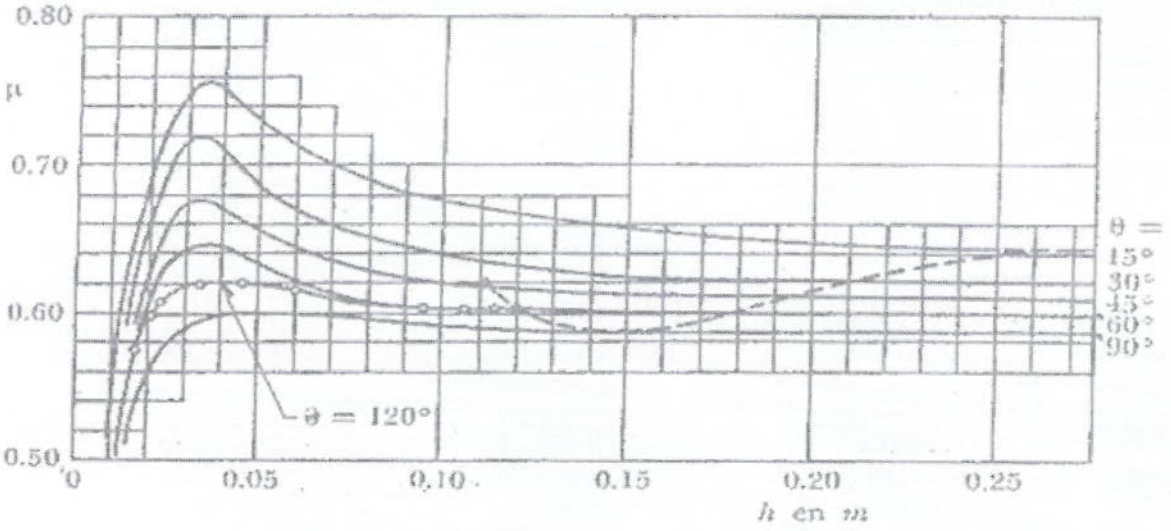
Tabla 1 Fórmulas experimentales para determinar los coeficientes de gasto μ o C

Autor	*Fórmula*	*Límites de aplicación*	*Observaciones*
Universidad Católica de Chile (Ref. 24).	$C = \frac{8}{15}\sqrt{2g}\,\tan(\theta/2)\,\mu\,K$	Vale para $15° \leq \theta \leq 120°$ La profundidad w no tiene influencia en el coeficiente de gasto.	μ, coeficiente experimental que depende de h y θ según la Fig. 7.9. K es otro coeficiente que depende de B/h según la Fig. 7.10 y vale 1 si $B/h \geq 5$ para $\theta = 90°$ y si $B/h \geq 2.75$ para $\theta = 45°$.
Gourley y Crimp (Ref. 31).	$C = \frac{1.32\,\tan(\theta/2)}{h^{0.49}}$	Vale para ángulos θ de 45°, 60° y 90° y para profundidades w grandes.	Esta fórmula, substituida en la ecuación (7.11b), conduce a la ecuación: $Q = 1.32\,\tan(\theta/2)\,h^{2.49}$
Hegly (1921) (Ref. 31).	$\mu = \left[0.5812 + \frac{0.00375}{h}\right]\left\{1 + \left[\frac{h^2}{B(h+w)}\right]^2\right\}$	Vale para $\theta = 90°$ $0.10\text{ m} \leq h \leq 0.50\text{ m}$ y profundidades w pequeñas	Es de las fórmulas más precisas para vertedores con ángulo en el vértice $\theta = 90°$.
Barr (1909) (Ref. 27).	$\mu = 0.565 + \frac{0.0087}{h^{1.5}}$	Vale para $\theta = 90°$ con cargas $0.05\text{ m} \leq h \leq 0.25\text{ m}$ $w \geq 3h$ $B \geq 8h$	El valor medio $\mu = 0.593$ que resulta de esta fórmula corresponde bastante al resultado de Thompson (1861) y que substituido en la Ec. (7.11a), conduce a la ecuación: $Q = 1.42\,h^{2.48}$
Koch (1923) Yarnall (1926)	$\mu = 0.58$	Vale para $\theta = 90°$ con cargas muy grandes. $w \geq 3h$ $B \geq 8h$	No se limita con precisión el rango de validez.
Heyndrickx (Ref. 30).	$\mu = [0.5775 + 0.214\,h^{1.49}] \times \left\{1 + \left[\frac{h^2}{B(h+w)}\right]^2\right\}$	Vale para $\theta = 60°$ y cargas normales.	Es bastante precisa.

Fuente: Hidráulica General, Sotelo 1997

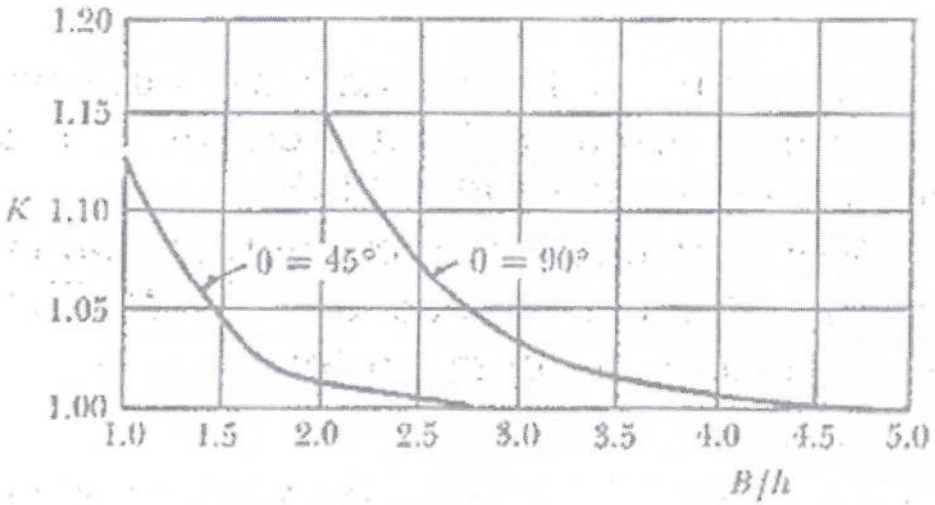
La selección de la fórmula depende de los límites de aplicación. La fórmula de la Universidad Católica es la que más tiene aplicación para los ángulos del vertedero triangular. Esta ecuación requiere determinar la constante μ y K, las cuales se determinan a través de las siguientes gráficas.

Figura 4 Coeficiente de gasto μ para la fórmula de la Universidad Católica de Chile



Fuente: Hidráulica General, Sotelo 1997

Figura 5 Valores de K para la fórmula de la Universidad Católica



Fuente: Hidráulica General, Sotelo 1997

3 MEMORIA DE CÁLCULO DISEÑO VERTEDERO TRIANGULAR

El caudal de diseño del vertedero triangular es de 7,20 lps, según concesión de aguas superficiales otorgada al predio Lote 1 Zona Cultivable. En este sentido, se determina en primer lugar la carga del vertedero a partir de un coeficiente teórico, para luego determinar el coeficiente del vertedero y determinar a qué carga (h) se genera un caudal de 7 ,20 lps.

Novena Derivación Octava Izquierda (x=838913,89 ; Y=807558,11) - Canal en concreto (0,0287 km), 9,680 Km Canal en tierra, 1,128 Km manguera, 0,265 Km Tubería y 0,015 Km Túnel en concreto							
No.	Predio	Titular de la concesión	Área del predio (Ha)	Cultivos transitorios		Caudal Asignado (L/s)	
				Maíz tecnificado (grano)-Arroz			
				Inv	Ver	Ver	Inv
5D8I	Lote 1 Zona Cultivable	Jairo Castañeda y Nora Fierro de Castañeda	3,6	3,6	3,6	7,2	7,2

Fuente: Datos tomados de la Resolucion 3946 del 30-Dic-21.

El agua es captada a través de la Quebrada Nilo mediante un canal de riego y se proyecta realizar la obra de control en las coordenadas latitud 2°51'42.27"N y longitud 75°30'32.46"0

Figura 6 Localización Captación

Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

3.1 Caudal Teórico - Caudal Real

Los valores de entrada para determinar la carga del vertedero son los siguientes.

- Q = 7,20Us
- μ = 0,62
- e= 90°

- g = 9,81m/s2

$$Q = \frac{8}{15} \cdot \sqrt{2g} . \mu . tan\frac{\emptyset}{2} * h^{\frac{5}{2}}$$

se despeja h

$$h = \left(\frac{Q}{\frac{8}{15} \cdot \sqrt{2.g} . \mu . tan\frac{\emptyset}{2}} \right)^{2/5}$$

$$h = 0{,}1193m$$

Con h de O, 1193m se tiene un B de 0,2386m, obtenido la siguiente relación

$$\frac{B}{h} = 2{,}00 > 0{,}5\ oK.$$

Con esta relación se determina en la gráfica de la figura 9 una K = 1.15 y en la Figura 8 se determina una μ = 0,59. Una vez determinada las constantes se procede a calcular el coeficiente de descarga para el vertedero triangular.

$$C = \frac{8}{15} * \sqrt{2g} * tan\frac{\emptyset}{2} * u * k$$

$$C = 1{,}60$$

Calculado el coeficiente de descarga se procede a calcular el caudal teórico

$$Q = C * h^{\frac{5}{2}}$$

$$Q = 7{,}88L/s$$

Con el coeficiente de descarga ajustado se obtiene un caudal de 7,88Us, siendo necesario iterar la carga del vertedero hasta encontrar la h que genere el caudal real deseado.

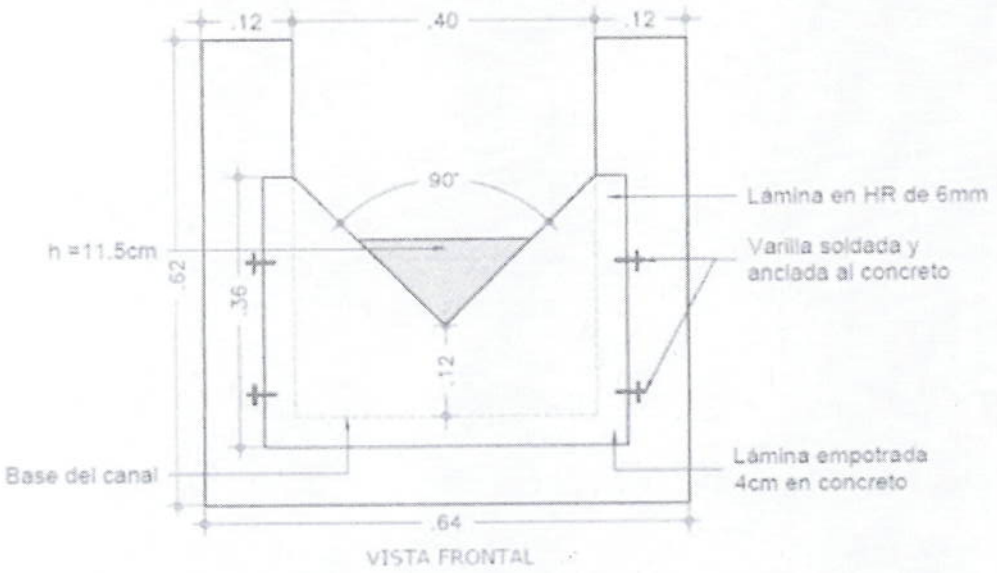
$$Q = 1{,}60 * (0{,}1151)^{\frac{5}{2}}$$

$$Q = 0{,}0072m^3/s$$

$$Q = 7{,}20L/s$$

Los anteriores cálculos permiten definir que con una carga (h} de 0, 1151 m o 11,51 cm aproximadamente en el vertedero triangular, se obtiene el caudal requerido para el predio Lote 1 Zona Cultivable.

Figura 7 Vertedero Triangular de Pared Delgada

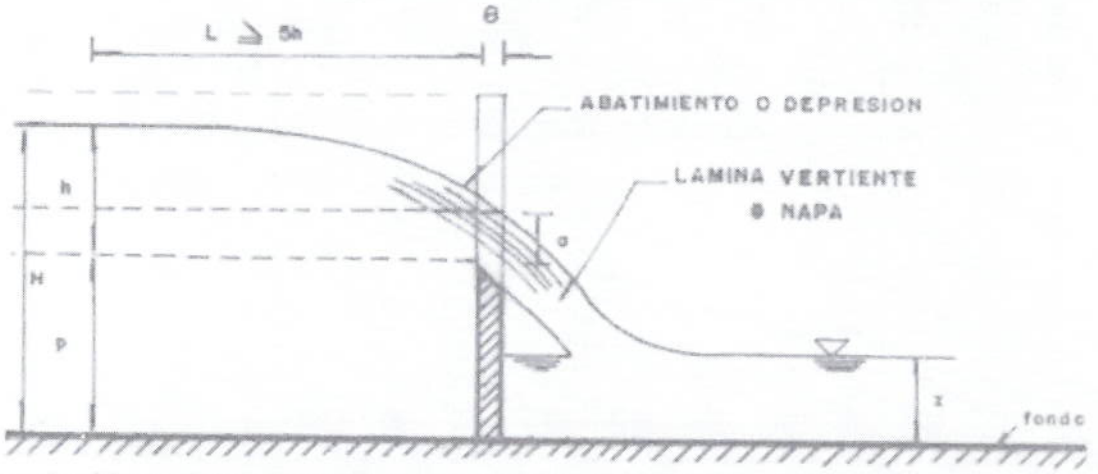


Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

3.2 Localización de la Regleta de Aforo o Limnímetro

El medidor de la altura de carga (h) debe de ser instalado detrás de la escotadura, a una distancia mayor o igual a 5*h para que no se vea afectado por la curva de descenso del agua a medida que se acerca a la misma. El cerro del medidor fija el nivel en el punto más bajo de la escotadura.

Figura 8 Localización Limnimetro



Fuente: Manual de prácticas de laboratorio de hidráulica, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

En este sentido, el Limnímetro se localizará a 0,58 metros del vertedero triangular de pared delgada.

3.3 Curva de calibración de caudal

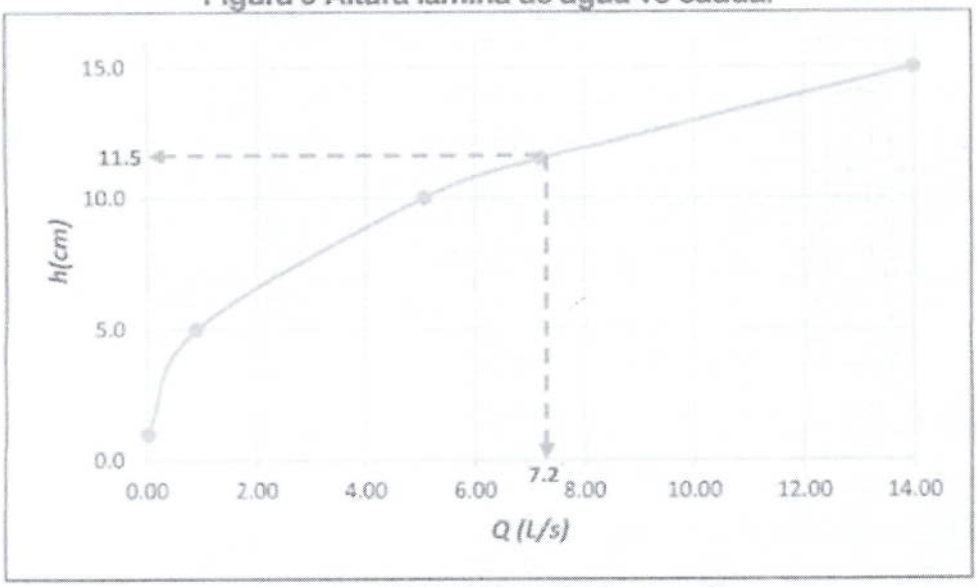
Con base en la ecuación de flujo libre que establece la relación entre profundidad y caudal en el vertedero. Se determina una altura o carga del vertedero (h) de 11,51 cm para el caudal de 7,201ps. De igual manera, se determina para cada centímetro de la regleta el caudal que pasaría por el vertedero. Esto con el fin de tener una tabla tabulada que permita en cualquier momento conocer el caudal que pasa por la obra hidráulica proyectada.

Tabla 2 Altura Limnímetro vs caudal

h		Q	
cm	m	m^3/s	L/s
1,0	0,010	0,000016	0,016
2,0	0,020	0,000091	0,09
3,0	0,030	0,000250	0,25
4,0	0,040	0,000513	0,51
5,0	0,050	0,000896	0,90
06,0	0,060	0,001413	1,41
7,0	0,070	0,002078	2,08
8,0	0,080	0,002902	2,90
9,0	0,090	0,003895	3,89
10,0	0,100	0,005069	5,07
11,5	0,115	0,007200	7,20
12,0	0,120	0,007996	8,00
13,0	0,130	0,009767	9,77
14,0	0,140	0,011755	11,75
15,0	0,150	0,013968	13,97

Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

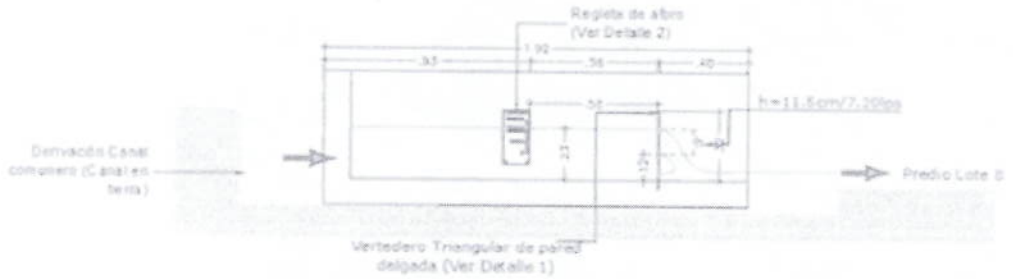
Figura 9 Altura lámina de agua vs caudal



Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

Como se observa en la gráfica anterior, con una medida de 11,5cm en la regleta, se obtiene el caudal otorgado para el predio Lote 1 Zona Cultivable. Si la carga hidráulica disminuye de igual manera disminuye el caudal ingresado. Por el contrario, si h aumenta el caudal aumentará. Para efectos de evitar que el caudal que ingresa al predio sea > 7,20 lps, el agua excedente será retornada al canal comunero mediante el vertedero de excesos.

Figura 10 Obra de control



Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

Para mayor aclaración, ver plano de diseño adjunto al presente informe. Finalmente, se presenta el resumen de los cálculos realizados para la obra de control.

Tabla 3 Diseño Vertedero Triangular de pared delgada

Diseño vertedero triangular		
Variable	Medida	Unidad
Caudal de diseño (Q)	0,0072	m^3/s
	7,20L/s	L/s
Coeficiente de descarga Teórico (μ)	0,59	-
Gravedad de la tierra (g)	9,81	m/s^2
Ángulo (e)	90	°
Carga del vertedero Teórico (h)	0,1193	m
	11,93	cm
Ancho Lámina Cresta Vertedero (B)	0.2386	m
Relación B/h	0,20	>0,5 Ok.
Constante (k)	1,15	-
Coeficiente de descarga Calculado (C)	1,60	m
Carga del vertedero Calculado (h)	0,115	m
	11,5	cm

Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

4. ASPECTOS ESTRUCTURALES

El canal para la obra de control tiene un ancho de 0,40m por 1,92m de longitud. El vertedero triangular de pared delgada, así como la regleta se diseñan de acuerdo a los cálculos

hidráulicos realizados en el capítulo anterior. La estructura será construida en concreto reforzado de 3000psi y acero de fy--420 Mpa o 60000PSI y demandará las siguientes cantidades:

4.1 Requerimiento de Materiales

Tabla 4 Requerimiento concreto

CONCRETO OBRA DE CONTROL			
Descripción	**Área (m^2)**	**Altura (m)**	**Volumen (m^3)**
Placa	1,48	0,120	0,178
Muro Izq	0,2600	0,500	0,130
Muro Der	0,3500	0,500	0,175
Muro Vert	0,0360	0,234	0,008
TOTAL			**0,49**

Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

Tabla 5 Cantidad de materiales requeridos

Tipo de concreto	Resistencia Psi (lb/pulg2)	Resistencia (kg/cm2)	Materiales para 0,49 m^3 de concreto				
			Cemento (kg)	Bolsas (50kg)	Arena (m^3)	Grava (m^3)	Agua (L)
1.:2:3	3000	210	152,22	3,04	0,27	0,41	88,38

Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

Si el concreto se prepara en obra, se deben tener las siguientes recomendaciones:

- *La mezcla se debe realizar sobre una superficie dura, limpia, no absorbente, plana y nivelada, no debe hacerse directamente sobre el suelo.*
- *Medir la arena de acuerdo con la dosificación, usando el cajón medidor, luego se esparce sobre la superficie de mezclado.*
- *Mezclar la arena con el cemento pasando de un lado a otro tantas veces cuanto sea necesario hasta obtener un color uniforme. No deben quedar grumos de cemento.*
- *Medir la grava con cajón medidor de acuerdo con la dosificación y depositarla sobre la mezcla homogénea de cemento y arena.*
- *Mezclar todos los materiales hasta obtener una distribución uniforme de la grava en toda la mezcla.*

Incorporar el agua de manera cuidadosa, previamente medida, y continuar mezclando en forma enérgica hasta obtener una mezcla homogénea. Al terminar este proceso la mezcla estará lista para su transporte y colocación.

Tabla 6 Cantidad de hierro

Tipo	ϕ	Longitud (m)	Cantidad	Separación (m)	Log. Total (m)	Peso Unit (kg/m)	Peso Parcial (kg)
1	1/4"	1,62	10	0,15	16,20	0,25	4,05
2	1/4"	1,87	3	0,15	5,61	0,25	1,40
3	1/4"	0,7	6	0,15	4,20	0,25	1,05
4	1/4"	0,43	2	0,15	0,86	0,25	0,22
5	1/4"	1,42	2	0,15	2,84	0,25	0,71
6	1/4"	2,68	1	0,15	2,68	0,25	0,67
7	1/4"	2,25	3	0,15	6,75	0,25	1,69
8	1/4"	2	3	0,15	6,00	0,25	1,50
9	1/4"	3,38	1	0,15	3,38	0,25	0,85
10	1/4"	2,98	3	0,15	8,94	0,25	2,24
Total					57,46		14,37

Fuente: C&A INGEHIDRICO S.A.S

Fuente: Radicado CAM No. 35021 de 27/11/2024

UBICACIÓN ESPACIAL DEL PROYECTO

NOMBRE	COORDENADAS GEOGRAFICAS		COORDENADAS PLANAS DE ORIGEN BOGOTA	
	LATITUD	LONGITUD	E	N
Punto de captación	2°51'18.00" N	75°31'34.00" W	838949	807531
Obra de control	2°51'42.27" N	75°30'32.46" W	840850	808276

Fuente: Coordenadas suministradas en el plano de localización general el cual se encuentra en el Radicado CAM No. 35021 de 27/11/2024

Ilustración. *Ubicación espacial del proyecto*

Imagen No.1 ubicación espacial del punto de captación y la ubicación de la obra de control de caudal. – Fuente: Google Earth

2. CONCEPTO TÉCNICO

Que verificados los documentos que acompañan el radicado CAM No. 2024-E 35021 de 27 de noviembre de 2024 presentados por el señor el señor Jairo Castañeda, identificado con C.C No. 4.922.006 de Palermo (Huila) y Nora Fierro De Castañeda, identificado con C.C. No. 26.534.928 de Palermo (Huila) actuando como titulares de la concesión otorgada, en beneficio del predio Lote 1 Zona Cultivable, en cumplimiento al Artículo Tercero y Cuarto de la Resolución CAM No. 3946 del 30 de diciembre del 2021, se encuentra que:

- Presenta plano de ubicación general el cual cumple con las escalas exigidas en el artículo 2.2.3.2.19.8 del decreto 1076 del 2015.
- Presenta plano de obra civil, el cual cumple con el artículo 2.2.3.2.19.8 contemplado en el decreto 1076 del 2015.

- Presenta memoria de cálculos hidráulicos, una vez se verifica los cálculos son correctos.
- Presenta las dos (2) copias de cada plano que exige la corporación autónoma regional del alto magdalena (CAM).
- Cumple con el caudal de diseño asignado inicialmente mediante Resolución CAM No. 3946 del 30 de diciembre del 2021.
- Presenta copia de la tarjeta profesional y cedula de ciudadanía, certificado de vigencia profesional en cumplimiento con el artículo 2.2.3.2.19.15 contemplado en el decreto 1076 del 2015 de ambos ingenieros.
- Presenta memoria de responsabilidad, exigido en el artículo 2.2.3.2.19.15 contemplado en el decreto 1076 del 2015.
- Verificados los planos se observa que presentan la escala requerida en el decreto 1076 del 2015, también, se observa con claridad la información y detalles de los diseños de las obras proyectadas.
- De acuerdo con los planos de localización entregados, se estableció que el proyecto no se encuentra dentro de la faja de 30 m de cota máxima de inundación correspondiente a la ronda hídrica, cumpliendo lo señalado en el artículo 83 del Decreto 2811 de 1974.
- La corporación autónoma regional de alto magdalena (CAM) **NO SE HACE RESPONSABLE** si se perturba la servidumbre de los predios aledaños **por** la construcción de obras hidráulicas de control, conducción, derivación y/o medición que se encuentren fuera del Área del predio señalado en los diseños presentados y verificado según resolución 3946 del 30 de diciembre de 2021.

(...)

Por lo anteriormente expuesto, el profesional especializado de la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental mediante concepto técnico de fecha 7 de marzo de 2025, se permite conceptuar:

*"**VIABLE** la aprobación de los planos y memorias técnicas de la obra hidráulica Vertedero triangular de pared delgada para la medición de caudal del predio Lote 1 Zona Cultivable presentado por el señor Jairo Castañeda, identificado con C.C No. 4.922.006 de Palermo (Huila) y Nora Fierro De Castañeda, identificado con C.C. No. 26.534.928 de Palermo (Huila) con dirección de notificación electrónica norafierro@live.com."*

Que de conformidad con el Decreto 1076 de 2015 y al Artículo 31 de la Ley 99 de 1993, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, es competente para la aprobación de los planos.

Que la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental en ejercicio de la facultad otorgada por la Dirección General según resoluciones Nos. 4041 de 2017, modificada bajo las resoluciones Nos. 104 de 2019, 466 de 2020, 2747 de 2022, 864 de 2024 acoge en todas sus partes el concepto técnico de fecha 7 de marzo de 2025, emitido por el profesional especializado de la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental de la Corporación y

en consecuencia

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO APROBAR los planos y memorias técnicas de la obra hidráulica Vertedero triangular de pared delgada para la medición de caudal del predio Lote 1 Zona Cultivable conforme a la Resolución CAM No. 3946 del 30 de diciembre del 2021 se "reglamenta los usos y aprovechamiento de las aguas superficiales de uso público – Rio Tune, Quebrada La Guagua y sus principales tributarios que discurren por los municipios de Teruel y Palermo, en el Departamento del Huila". Presentado por los señores **JAIRO CASTAÑEDA**, identificado con C.C No. 4.922.006 de Palermo (Huila) y **NORA FIERRO DE CASTAÑEDA**, identificado con C.C. No. 26.534.928 de Palermo (Huila), de conformidad con lo establecido en la parte considerativa del presente proveído.

ARTICULO SEGUNDO: Los demás permisos, concesiones y/o autorizaciones ambientales que requiera el proyecto para la construcción de las obras hidráulicas, deberán solicitarse previamente al inicio de estas.

ARTICULO TERCERO: Conceder un plazo de ciento veinte (120) días a partir de ser notificada la resolución de aprobación, Para la construcción de las obras conforme a los diseños y planos Aprobados, para lo cual deberá instalar los elementos necesarios que permitan conocer en cualquier momento la cantidad de agua que se derive según aforos y curvas de calibración de esta.

ARTICULO CUARTO: La Corporación no se hace responsable si se perturba la servidumbre de los predios aledaños por la construcción de obras hidráulicas de control, conducción, derivación y/o medición que se encuentren fuera del Área del predio señalado en los diseños presentados y verificado según resolución 3946 del 30 de diciembre del 2021.

ARTICULO QUINTO: El incumplimiento de las obligaciones señaladas en la presente Resolución dará lugar a la imposición de las sanciones señaladas en el Artículo 40 de la Ley 1333 de 2009 modificado por la ley 2387 de 2024, previo proceso sancionatorio adelantado por la Entidad ambiental.

ARTICULO SEXTO: Notificar el contenido de la presente Resolución a los señores Jairo Castañeda, identificado con C.C No. 4.922.006 de Palermo (Huila) y Nora Fierro De Castañeda, identificado con C.C. No. 26.534.928 de Palermo (Huila) con dirección de notificación electrónica norafierro@live.com, de conformidad con los términos establecidos en la Ley 1437 de 2011, informándole que contra la misma procede el recurso de reposición dentro de los diez días siguientes a la notificación de la Resolución.

ARTICULO SEPTIMO: La presente resolución rige a partir de su ejecutoria y requiere ser publicada en el Diario Oficial.

NOTIFÍQUESE, Y CÚMPLASE

JUAN CARLOS ORTIZ CUELLAR
Subdirector de Regulación y Calidad Ambiental

Cbahamon.
Profesional Especializado SRCA