

RESOLUCIÓN No 338 DEL 26 DE ABRIL DE 2024

**POR MEDIO DE LA CUAL SE OTORGA AUTORIZACIÓN DE OCUPACIÓN PERMANENTE DE CAUCES PLAYAS Y LECHOS; Y SE ESTABLECEN MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL**

La Directora General de la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar CSB, en uso de sus facultades legales y estatutarias especialmente las contenidas en la Ley 99 de 1993 y demás normas concordantes y

**CONSIDERANDO**

Que mediante radicado CSB No 829 de fecha 06 de marzo de 2024, la ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA-ASOMOMPOSINA identificada con NIT 900.976.259-63, acreditó el lleno de los requisitos formales de la Solicitud de Ocupación de Cauces Playas y Lechos requeridos para la ejecución del proyecto denominado: **“RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”** localizada en el Municipio de San Fernando-Bolívar, con la finalidad que esta CAR evalué la viabilidad Ambiental del mismo.

Que revisada la documentación presentada, esta cumplió con el lleno de los requisitos formales establecidos en el Artículo 2.2.3.2.12.1 del Decreto 1076 de 2015, para dar impulso al trámite de evaluación a la solicitud de Ocupación de Cauces Playas y Lechos antes indicada. Así mismo, el peticionario acreditó el pago del concepto de evaluación de la solicitud objeto del presente asunto, mediante consignación bancaria realizada el 06 de marzo de 2024.

Que mediante de Auto No 272 del 06 de marzo de 2024, se dio inicio al trámite de Autorización de Ocupación de Cauces Playas y Lechos para la ejecución del proyecto objeto del presente asunto. En concordancia con lo anterior, mediante oficio SG-INT- 0688 de fecha 06 de marzo de 2024 se remitió la presente solicitud a la Subdirección de Gestión Ambiental de la CSB, con el fin de realizar evaluación, visita ocular y emitir el respectivo Concepto Técnico.

Que la Subdirección de Gestión Ambiental mediante correo electrónico de fecha 06 de mayo de 2024 remite el Concepto Técnico 200 del 26 de abril de 2024, el cual precisa lo siguiente:

**“ANTECEDENTES**

*Que mediante oficio OF-INT-0688 del 6 de marzo del 2024 de secretaria general, se remitió a Subdirección de Gestión Ambiental Auto No 272 del 06 de marzo del 2024, donde la **ASOCIACION DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA – ASOMOMPOSINA** identificada con NIT 900.976.259-63 presentó ante esta CAR Solicitud de Ocupación de Cauces Playas y Lechos para la ejecución del proyecto denominado: **“RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”** localizada en el Municipio de San Fernando – Bolívar, con el fin de que esta CAR evalué la viabilidad Ambiental del mismo.*

**1. DESCRIPCIÓN DE LA VISITA**

*El día 10 de abril de 2024, me traslade al corregimiento el Jolón y la vereda las Bateas, ubicados en el municipio de San Fernando – Bolívar, con el fin de realizar visita de inspección ocular al sitio donde se está desarrollando el proyecto denominado: **“RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”**, donde se está realizando el mejoramiento del Jarillón en su tramo lineal comprendido en 5.700 metros, ubicado en las siguientes coordenadas: Punto Inicial del tramo (Norte/Longitud): 1498130.807 y (Este/Longitud): 963844.011; Punto Final (Norte/Longitud): 1498370.865 y (Este/Longitud): 967782.144. En el recorrido se realizó con el acompañamiento del señor FELIZ ANTONIO BULDIN TELLEZ identificado con cedula de ciudadanía No 3804144 – delegado por el contratista – ASOMOMPOSINA, quien manifestó que el Jarillón tiene las siguientes especificaciones técnicas:*

- **Longitud total del dique:** 5.700 m, con una sección transversal de terraplén
- **Corona =** 6.0 m
- **Base del terraplén =** 14,00 m
- **Altura promedio del terraplén =** 1,70 m. más la capa de subbase de 0.10 m.  
**Para una altura total de:** 1.80 m
- **Talud:** 1:2

Del mismo modo, menciona que la zona donde se está reconstruyendo el Jarillón contra inundación presenta puntos críticos hidráulicos a lo largo de sus 5.700 metros de longitud debido a que la cota de la rasante está por debajo de la cota de inundación, por lo tanto, se hace necesario levantar la rasante con material de terraplén a una altura promedio de 1.80 m y que el material cumpla con la especificación Artículo 220-13 del INVIAS.

Para constancia de los anterior se muestra el siguiente registro fotográfico:



**EVALUACIÓN DE DOCUMENTOS PRESENTADOS POR LA ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA – ASOMOMPOSINA, PARA EL PROYECTO: “RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”.**

#### **CERTIFICACIÓN**

El secretario de Planeación Municipal indica que los predios donde se ejecuta el proyecto denominado **“RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”**, pertenecen a la entidad territorial.

#### **ESTUDIOS INCLUIDOS EN EL PROYECTO:**

Medidas de Manejo Ambiental  
Estudio de hidrología  
Estudio de hidráulica  
Diseño hidráulico y estructural dique.

*Estudio geotécnico*

*Estudio de estabilidad de talud*

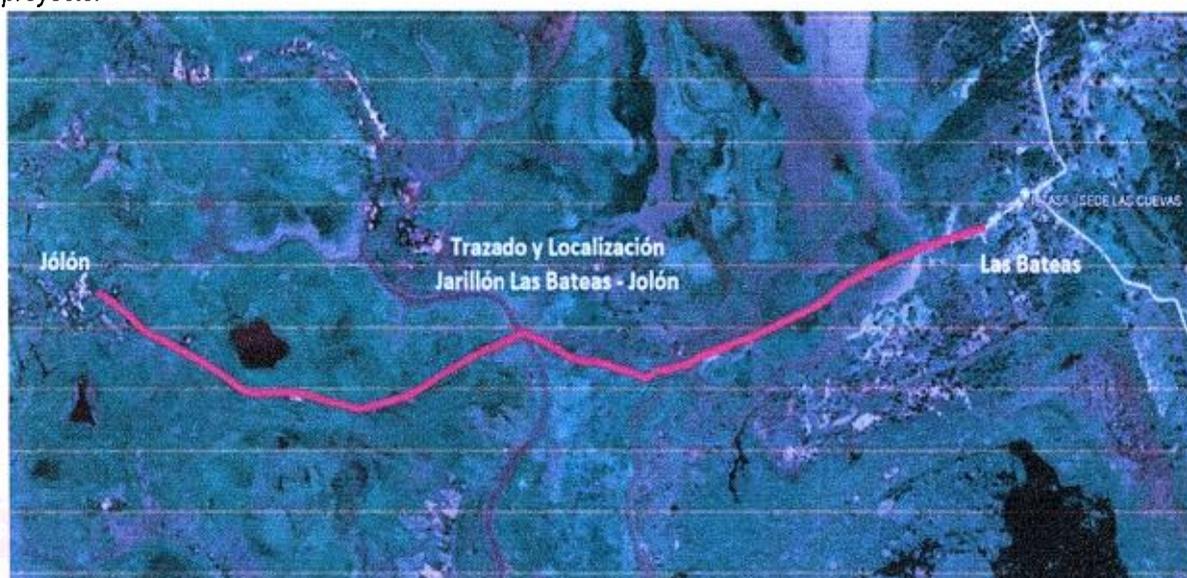
### **ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL**

#### **Localización y ubicación del proyecto**

*El área del proyecto objeto del presente estudio se localiza a las afueras en zona rural del municipio del San Fernando – Bolívar.*



*El proyecto se encuentra ubicado en predios, en la vía que comunica al corregimiento el Jolón con la vereda las Bateas, Municipio de San Fernando – Bolívar, el proyecto consta de la reconstrucción de muro que protege contra las inundaciones las comunidades de Jolón y las Bateas. A continuación, se evidencia la localización del proyecto.*



**Descripción del Proyecto:**

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL SUR DE BOLÍVAR - CSB**

NIT. 806.000.327 – 7

Secretaría General

La alternativa de solución es la Reconstrucción de obras de protección, mediante la reconstrucción de diques (Control lateral) con el fin de evitar la inundación de los predios y/o fincas aledañas evitando pérdidas económicas considerables, con las siguientes características:

Longitud total del dique 5.700 m, con una sección transversal de terraplén

Corona = 6.0 m

Base del terraplén = 14,00 m

Altura promedio del terraplén = 1,70 m. más la capa de subbase de 0.10 m.

Para una altura total de 1.80 m

Talud: 1:2

Las actividades a realizar en la construcción de los tramos de dique son:

- Localización y replanteo con equipo topográfico: Replanteo altimétrico y planimétrico de la zona del proyecto.
- Desmonte y limpieza en zonas no boscosas
- Descapote a máquina de material vegetal
- Transporte de material proveniente de descapote
- Conformación de dique, esta actividad tiene como objetivo construir la estructura del dique cumpliendo con la especificación 220 2013 del INVIAS. Sección típica del tramo de dique de longitud de 5.700 metros. Ancho de corona de 6.0 m, ancho de la base de 14.0 m. altura promedio de 1,70 m.
- Protección de la corona con subbase granular Clase C que cumpla especificación 320- 2013 del INVIAS. Espesor de la capa de subbase de 0.10 m.

**EVALUACIÓN AMBIENTAL**

Metodología aplicada para la identificación importancia y valoración de los impactos ambientales. Para la evolución de los impactos generados se aplicó la metodología propuesta por Conesa Fernández Vitoria (1997), quien define que la importancia del impacto se mide en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto.

Matriz causa efecto: La matriz causa-efecto es un método de valoración cualitativa, permite identificar impactos favorables (+) y desfavorables (-) dentro de la obra. A continuación, se muestran los impactos favorables y desfavorables en la obra **“RECONSTRUCCIÓN DE MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES LAS COMUNIDADES DE JOLÓN Y LAS BATEAS EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO – BOLIVAR”**.

ALCANCE	ETAPA DE PROYECTO	ACTIVIDAD	IMPACTOS AMBIENTALES												
			Atmosférico		Hidrológico		Suelo		Paisaje	Fauna	Flora	Socioeconómico			
			Emisión de gases de	Incremento del material	Incremento de la presión	Cambio en las	Cambios en las	Incremento de la	Cambios	Cambio en las	Cambio en la estructura	Cambio en la percepción	Modificación del hábitat de la fauna terrestre	Cambio en la distribución de la	Contratación de mano de obra no calificada
	Descapote de la cobertura vegetal	Remoción vegetal							-	-	-	-	-	-	+
		Contratación de personal													+
		Generación de residuos sólidos				-	-			-	-	-	-		+
		Señalización													+



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL SUR DE BOLÍVAR - CSB**

NIT. 806.000.327 – 7

Secretaría General

En función de este modelo, los valores extremos de la Importancia (I) pueden variar:

RELEVANCIA DEL IMPACTO	VALOR TOTAL
Irrelevantes	< 25
Moderados	25 – 50
Severos	50 - 75
Críticos	> 75

Los valores de Importancia del Impacto varían entre 13 y 100. Se los clasifica como:

- ❖ Irrelevantes (o compatibles) cuando presentan valores menores a 25.
- ❖ Moderados cuando presentan valores entre 25 y 50.
- ❖ Severos cuando presentan valores entre 50 y 75.
- ❖ Críticos cuando su valor es mayor de 75

**Matriz de evaluación de impactos - Vicente Conesa**

COMPONENTE	Recurso social/ambiental	Impacto ambiental	Natural eza		EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES										IMPORTANCIA	SIGNIFICANCIA
					Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad			
					+	-										
C. ABIOTICO	SUELO	Alteración de la geoforma del terreno		-	7	2	4	4	4	1	1	4	4	7	56	SEVERO
		Generación de procesos erosivos		-	7	2	4	4	4	1	2	4	4	8	58	SEVERO
		Afectación de la calidad del suelo		-	4	4	4	2	1	1	2	4	1	4	39	MODERADO
		Obstrucción de los canales naturales de drenaje		-	3	4	2	2	2	1	1	4	1	2	34	MODERADO
	AGUA	Agotamiento del recurso		-	2	4	1	4	2	2	1	1	1	3	29	MODERADO
	Incremento en concentr		-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	24	IRRELEVANTE	

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL SUR DE BOLÍVAR - CSB**

NIT. 806.000.327 – 7

Secretaria General

		ación de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua superficial														
	AIRE	Alteración en los niveles de presión sonora	-	8	1	4	1	1	1	1	4	1	1	40	MODERADO	
		Generación y aumento de emisión de gases, alteración calidad del aire	-	8	4	4	2	2	2	1	4	1	3	51	SEVERO	
		Aumento de material particulado	-	7	4	4	4	4	1	1	4	4	2	41	MODERADO	
C. BIOTICO	FAUNA	Migración de especie y disminución de fauna nativa	-	4	1	4	4	2	2	1	4	2	2	35	MODERADO	
		Alteración de Hábitat	-	8	4	4	4	4	1	1	4	4	2	56	SEVERO	
	FLORA	Perdida de cobertura vegetal y especies endémicas	-	4	1	4	4	2	2	1	4	2	2	35	MODERADO	
C. SOCIAL	SOCIO-ECONOMICO	Generación y/o alteración de conflictos sociales	-	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	21	IRRELEVANTE	

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL SUR DE BOLÍVAR - CSB**

NIT. 806.000.327 – 7

Secretaría General

		Problemas de accesibilidad, movilidad y conectividad local	-	8	2	2	2	2	2	2	2	3	2	45	MODERADO
		Generación de empleo	+	2	4	3	2	2	1	1	4	3	1	31	POSITIVO

En general las actividades para la creación del jarillones generan un cambio severo en la fauna nativa, en la flora, en la geomorfología del suelo y la percepción del paisaje, algunos de estos cambios como la geomorfología y el paisaje tienen naturaleza irreversible. En cuanto que la presencia de fauna y flora en el área de construcción de la obra puede necesitar largos periodos de tiempos para restablecerse.

El documento contiene las siguientes fichas:

Código	Nombre de la ficha
MMA – FICHA – 1.1	Cumplimiento de los requisitos legales.
MMA – FICHA – 1.2	Capacitación ambiental al personal de obra.
MMA – FICHA – 1.3	Señalización frentes de obras y sitios temporales
MMA – FICHA – 1.4	Proyecto de manejo y disposición final de residuos sólidos convencionales y especiales.
MMA – FICHA – 1.5	Manejo de aguas superficiales
MMA – FICHA – 1.6	Manejo de residuos líquidos, domésticos
MMA – FICHA – 1.7	Manejo del descapote y la cobertura vegetal
MMA – FICHA – 1.8	Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de sitios de acopio temporales.
MMA – FICHA – 1.9	Manejo de maquinaria, equipos y vehículos
MMA – FICHA – 1.10	Atención a la comunidad
MMA – FICHA – 1.11	Contratación mano de obra

**ESTUDIOS HIDROLOGICO E HIDRAULICO**

**GEOMORFOLOGÍA Y DINÁMICA FLUVIAL**

Las principales fuentes hidrográficas de San Fernando la constituyen el río Magdalena, el Brazo de Mompo, igualmente se encuentra numerosos caños y ciénagas que se interconectan entre sí, creando un verdadero complejo de Ciénaga y caños, al tiempo que generan una dinámica compleja.

Ciénagas: Menchiquejo (82Ha) y Campo (9.3 Ha) entre otras.



Caños: Caño largo (410m), el cual comunica las dos ciénagas anteriores, Caño Perico (3213 m), que une Menchiquejo con caño Guataca, el cual es el cauce natural por donde

ingresan las aguas del brazo de Mompox hasta las ciénagas de Menchiquejo y campo entre otras.

Existe un modelado fluvio – lacustre que corresponde a aquella forma de topografía plana caracterizada por la acumulación del material heterométrico, en forma de fajas alargadas paralelas a cauces y generalmente de poca extensión.

Estos depósitos se presentan en varios niveles, algunos de ellos más bajo que otros configurando las principales formas de acumulación aluvial.

Son importantes las terrazas bajas, los diques naturales, los complejos de orillas de los cauces o meandros abandonados, las planicies aluviales con sus depresiones inundables. Generalmente los bordes de estos meandros abandonados están constituidos por diques naturales denominados complejos orillales, en forma de bandas muy estrechas y alargadas de texturas variables. Son unas formas de acumulación que bordean los cauces de aguas principales en el municipio de San Fernando.

### **ESTUDIO DE HIDROLOGÍA**

El estudio se realizó con información secundaria recopilada en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, en el instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM.

Información del régimen de precipitación, tanto para lluvias totales, como para lluvias intensas se recopiló a partir de la estación meteorológica de la zona llamada CODIGO: 25021350 ESTACIÓN: Mompóx ubicada Latitud 9°15'46.0"N; Longitud 74°26'8.0"W. Así mismo, para las características climatológicas más relevantes. A continuación, se presenta la información hidroclimatológica existente en inmediaciones de la zona en estudio.



### **Análisis hidrológico**

#### **Estimación de Caudal por El Método Racional**

Para la estimación de los caudales máximos de entrada al predio del proyecto, se utilizó el Método del Racional, en razón a que el área de la microcuenca aportante es menor a 90 Ha, que es la recomendación del INVIAS (2011). La duración de las lluvias de diseño se establece igual al tiempo de concentración de la cuenca, toda vez que esta es la condición más desfavorable y que es una práctica recomendada en hidrología (Chow, 1994). El método o fórmula racional es una de las ecuaciones más adecuadas para el cálculo del caudal pico en pequeñas áreas asociadas con el drenaje de vías, esta metodología se considera válida para áreas inferiores a 0,9 km<sup>2</sup> (ASCE, 1992) (Rodríguez, 2013) y se fundamenta en la siguiente ecuación:

$$Q = 0.00278 * C * I * A$$

Esta metodología establece que el caudal pico ocurre cuando toda el área contribuye al flujo y la intensidad de la lluvia es uniforme en un tiempo igual al tiempo de concentración de la hoya (o microcuenca, en este caso) (H. Rodríguez, 2013).

### **Precipitación de diseño**

Una precipitación de diseño es un patrón de precipitación definido para utilizarse en el diseño de un sistema hidrológico. Se selecciona la estación más cerca al área del proyecto del catálogo de estaciones climatológicas del IDEAM, encontrándose que la estación pluviométrica 25021350 Mompóx.

### **Periodo de retorno**

El periodo de retorno puede definirse como el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud específica. La probabilidad de ocurrencia del evento  $X \geq xt$  en cualquier observación puede relacionarse con el periodo de retorno de la siguiente manera:

$$T = \frac{1}{P(X \geq xt)} = \frac{1}{1 - P(X \leq xt)}$$

Siguiendo las indicaciones establecidas por el INVIAS (2009, 2013) se recomiendan unos periodos de retorno para diferentes obras de drenaje vial, las cuales se relacionan en la Tabla.

<b>OBRAS DE DRENAJE</b>	<b>Tr</b>
Drenaje superficial	2
Cunetas	5
Zanjas de coronación	10
Estructuras de caída	10
Alcantarillas de 0,9 m de diámetro	10
Alcantarillas mayores de 0,9 m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10 m)	25
Puentes de luz entre 10 m y 50 m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50 m	100

### **INTENSIDAD DE DISEÑO**

Con base a la curva IDF de la Estación Pluviométrica Estación Pluviométrica CODIGO: 2502509 estación pluviométrica 25021350 Mompóx ubicada Latitud 9°15'46.0"N; Longitud 74°26'8.0"W. Para determinar la intensidad de la lluvia se puede aplicar la Metodología Simplificada de cálculo de las curvas intensidad – duración – frecuencia indicada en el Manual de Drenaje de Carreteras del INVIAS 2009, en el cual se recomienda la utilización de la precipitación máxima promedio anual en 24 horas y aplicar la expresión que a continuación se indica:

$$i = \frac{a \times T^b \times M^d}{(t/60)^c}$$

a, b, c, d: Parámetros de ajuste de la regresión. Estos parámetros dependen de la región del país donde está ubicada la estación meteorológica. Las regiones y los valores de los parámetros se muestran en la tabla 1 y su ubicación en la figura.



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL SUR DE BOLÍVAR - CSB

NIT. 806.000.327 – 7

Secretaria General

REGIÓN		a	b	c	d
Andina	(R1)	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe	(R2)	24.85	0.22	0.5	0.1
Pacífico	(R3)	13.92	0.19	0.58	0.2
Orinoquia	(R4)	5.53	0.17	0.63	0.42

Tabla. Parámetros según regiones del país / Valores obtenidos del Manual de Drenaje para carreteras del INV-2009

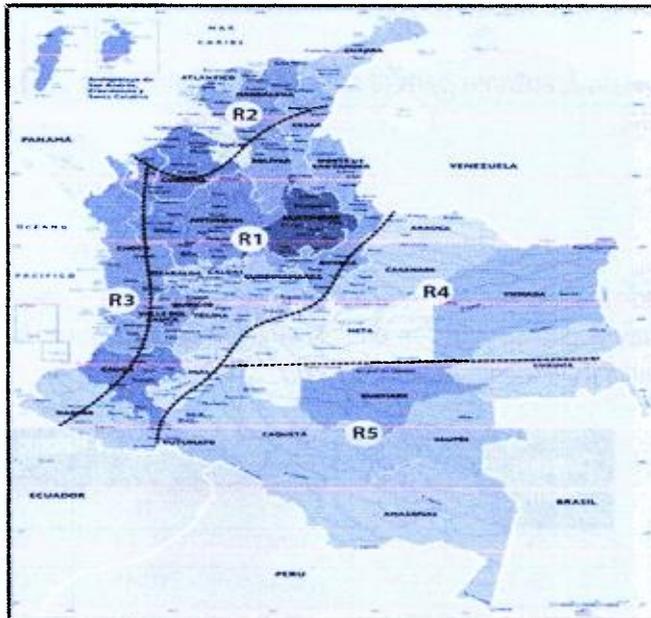


Tabla. Datos de precipitación CODIGO: 2502509 Estación Pluviométrica 25021350 Mompóx, ubicada Latitud 9°15'46.0"N; Longitud 74°26'8.0"W.

Precipitación máxima en 24 horas Estación Meteorológica 25021350 Mompox													
LATITUD 0915 N; LONGITUD 7426 W; ELEVACION 0020 m.s.n.m													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAXIMO ANUAL
1981										82.0	70.0	13.0	82.0
1982	23.0	3.0	19.0	36.0	59.0	48.0	48.0	55.0	67.0	54.0	12.0	3.0	65.0
1983	0.0	2.0	26.0	57.0	58.0	37.0	40.0	25.0	46.0	80.0	46.0	7.0	80.0
1984	5.0	0.0	84.0	72.0	95.0	60.0	25.0	45.0	99.0	169.0	51.0	5.0	169.0
1985	0.0	21.0	0.0	66.0	90.0	60.0	4.0	43.0	15.0	69.0	89.0	24.0	90.0
1986	1.3	48.0	16.0	60.0	35.0	7.8	92.0	15.0	12.4	88.0	36.4	152.0	152.0
1987	28.0	33.0	16.0	67.0	102.0	33.0	41.0	66.0	72.0	100.0	23.0	0.0	106.0
1988	0.0	0.0	69.0	58.0	51.0	57.0	39.0	25.0	38.0	81.0	35.0	83.0	83.0
1989	1.0	25.0	3.0	56.0	35.0	90.0	106.0	47.0	60.0	56.0	25.0	0.0	106.0
1990	0.0	0.0	17.0	10.0	152.0	48.0	84.0	37.0	45.0	40.0	57.0	118.0	152.0
1991	0.0	11.0	8.9	34.0	37.0	50.0	80.7	64.0	43.0	75.0	5.6	26.0	75.0
1992	17.0	17.0	28.0	36.8	82.0	72.0	18.0	36.0	121.0	82.0	90.0	40.0	121.0
1993	0.0	14.0	0.0	90.0	37.0	59.0	42.0	78.0	74.0	114.0	61.0	43.7	114.0
1994	0.0	4.6	12.3	2.0	67.4	19.4	32.5	90.0	82.0	84.0	51.0		90.0
1995	0.0	33.0	21.3	84.0	47.0	37.0	23.8	93.7	44.7	49.2	19.0	144.0	144.0
1996	0.0	0.0	3.0	42.5	42.0	11.5	18.0	32.0	32.0	39.5	33.0	26.0	91.0
1997	0.0	7.0	2.4	104.5	66.0	41.5	36.1	89.7	25.5	81.4	21.5	29.0	104.5
1998	4.0	4.0	46.0	38.5	62.0	26.1	17.0	44.3	80.4	17.8	38.0	34.3	80.4
1999	9.0	5.1	23.8	59.4	88.8	39.2	77.3	27.7	75.8	53.5	46.3	17.5	75.8
2000	0.0	10.0	3.7	26.1	51.0	107.5	10.5	47.0	69.2	67.0	66.8	51.8	107.5
2001	36.0	2.5	23.6	23.3	94.2	73.1	45.2	29.5	66.0	56.5	48.4	36.3	94.2
2002	9.0	1.5	41.7	48.0	45.5	30.8	39.5	8.0	51.5	32.7	25.7	9.0	75.7
2003	0.0	20.3	49.6	24.3	114.4	54.0	47.0	72.7	119.0	38.9	13.0	51.5	119.0
2004	26.8	5.8	71.5	84.0	47.3	96.7	95.5						96.7
2005	15.2	16.0	2.8	46.4	80.8	121.8	65.7	34.1	66.0	103.0	11.2	20.5	121.8
2006	30.0	0.0	14.0	3.0	110.6	5.3	44.2	47.6	67.0	43.6	24.5	49.3	110.6
2007	0.0	1.5	12.0	4.0	131.0	80.5	28.8	41.0	37.0	26.6	31.0	13.8	131.0
2008	5.0	5.0	1.9	30.5	53.7	134.8	17.0	17.8	52.6	98.5	36.9	22.2	134.8
2009					47.0	135.5	100.4	29.9	48.0	72.0			135.5
2010	51.0	0.0	46.2	36.6	55.8	61.7	24.3	102.8	37.7	69.2	133.5	106.5	133.5
2011	34.2	0.5	66.1	53.8	41.1	24.7	28.6	25.9	66.4	93.5	50.2	99.6	99.6
2012	0.0	0.0	3.2	33.0	104.5	63.5	56.4	126.9	32.7	85.5	36.7	89.7	126.9
2013	0.0	10.8	70.0	16.8	46.5	35.8	30.0	73.7	48.0	60.7	68.4	9.1	73.7
2014	10.5	0.0	59.6	19.6	62.7	47.3	60.1	18.7	29.7	16.2	24.1	24.1	62.7
2015	0.0	9.2	14.0	44.4	77.3	60.8	72.8	95.3	60.0	37.5	56.1	17.2	95.3
2016	27.4	2.5	63.5	52.5	87.5	118.5	64.0	49.3	75.3	37.2	50.4	35.6	118.5
2017	1.3	9.6	7.4	64.2	45.8	52.3	69.2	48.1	12.8	30.2	39.1	20.9	69.2
2018	0.0	4.0	55.9	32.0	82.6	53.5	127.7	45.6	93.5	95.8	27.0	86.5	127.7
2019	54.1	18.3	0.0	21.5	24.9	32.2	8.2	66.6	42.5	39.3	48.6	66.5	66.6
2020	5.8	0.0	17.5	47.3	40.1	30.5	31.7	48.5	85.1	54.8	0.0	0.0	85.1
2021	8.8	1.8	0.0	29.9	38.6	66.4	65.5	27.7	42.1	58.0	90.8	25.9	90.8
2022	7.2	1.8	61.5										61.5
MEDIOS	10.1	8.4	25.5	44.0	67.0	58.5	49.5	50.4	56.7	66.0	45.6	42.4	102.7
MAXIMOS	54.1	48.0	71.5	104.5	152.0	135.5	127.7	126.9	121.0	169.0	133.5	152.0	169.0
MINIMOS	0.0	0.0	0.0	3.5	24.4	5.1	8.2	8.0	17.4	16.2	5.6	0.0	0.0

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL SUR DE BOLÍVAR - CSB**

NIT. 806.000.327 – 7

Secretaría General

De la Tabla, los parámetros de ajuste para la región R2 son los siguientes:

a= 24.85

b= 0.22

c= 0.5

d= 0.1

Y el valor de la Precipitación Máxima Promedio anual en 24 h a nivel multianual es igual a 102.70 mm, tal como se muestra en la Tabla.

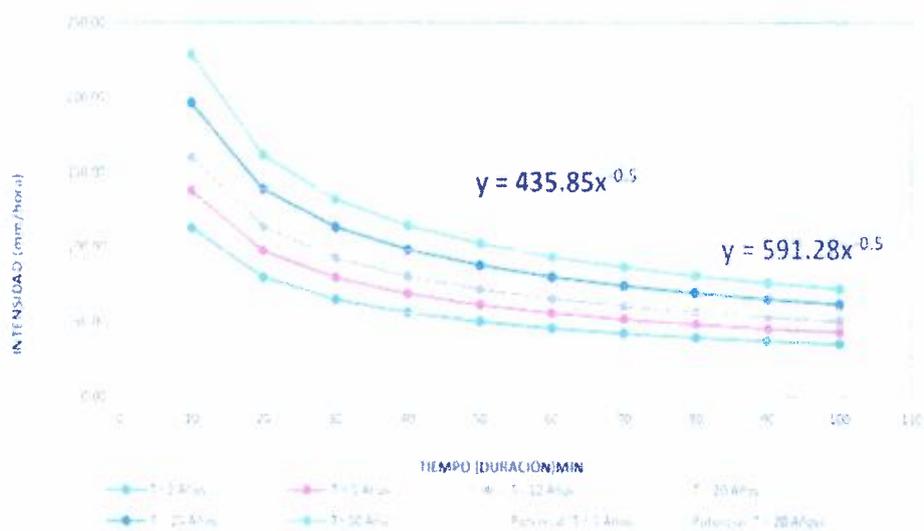
La ecuación resultante para el cálculo de la Intensidad en función de los parámetros de ajuste es la siguiente:

$$i = \frac{24.85 \times T^{0.22} \times M^{0.1}}{\sqrt{\frac{t}{60}}}$$

Aplicando los valores del Periodo de Retorno (T), y la duración (t) se obtiene la Tabla con los valores de la Intensidad (i) con los cuales se pueden configurar las curvas I-D-F, tal como se muestra a continuación en la Figura.

Duración (min)	Periodo de Retorno (años)					
	2	5	10	20	25	50
10	112.67	137.83	160.53	186.98	196.39	228.74
20	79.67	97.46	113.51	132.21	138.87	161.74
30	65.05	79.58	92.68	107.95	113.38	132.06
40	56.33	68.91	80.27	93.49	98.19	114.37
50	50.39	61.64	71.79	83.62	87.83	102.29
60	46.00	56.27	65.54	76.33	80.17	93.38
70	42.58	52.09	60.68	70.67	74.23	86.45
80	39.83	48.73	56.76	66.11	69.43	80.87
90	37.56	45.94	53.51	62.33	65.46	76.25
100	35.63	43.59	50.76	59.13	62.10	72.33

CURVA DURACIÓN FRECUENCIA ESTACIÓN CODIGO: 2502509 Estación Pluviométrica 25021350 Mompóx



### **TIEMPO DE CONCENTRACIÓN**

Una vez establecida la curva IDF se debe suponer que el caudal máximo ocasionado por una determinada intensidad del aguacero de diseño sobre un área de drenaje específica, es producido por el referido aguacero, el cual se prolonga durante un período de tiempo igual al tiempo de concentración del flujo en el punto bajo consideración. Técnicamente, se define este último como el tiempo de concentración,  $T_c$ , el cual es el tiempo requerido para que la escorrentía superficial llegue al punto bajo consideración desde la parte más apartada del área de drenaje.

Existen en la literatura un sinnúmero de fórmulas para calcular el tiempo de concentración. Sin embargo, se requiere que se utilice, desde el punto de vista de la seguridad en relación con menores tiempos de concentración (mayores intensidades de precipitación y/o histogramas de lluvia más concentrados), la fórmula de Kirpich.

#### **Ecuación de Kirpich**

$$T_c = 0.0078L^{0.77}S^{-0.385}$$

Por otro lado, se tomará como mínimo tiempo de concentración un tiempo igual a 15 minutos, con el fin de tener en cuenta el tiempo inicial que tarda el agua precipitada en concentrarse, el cual no depende de las características del cauce, ni la pendiente de la hoya

### **ESTUDIO DE HIDRÁULICA**

#### **MODELACIÓN MATEMÁTICA CON HEC-RAS**

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's – River Analysis System), es un programa de modelado numérico de estructuras hidráulicas que permite calcular perfiles de flujo, bajo la hipótesis del flujo unidimensional; los módulos que integran al programa permiten calcular perfiles del flujo en régimen permanente, no permanente, transporte de sedimentos o fondo móvil, así como el análisis de calidad del agua.

#### **METODOLOGÍA**

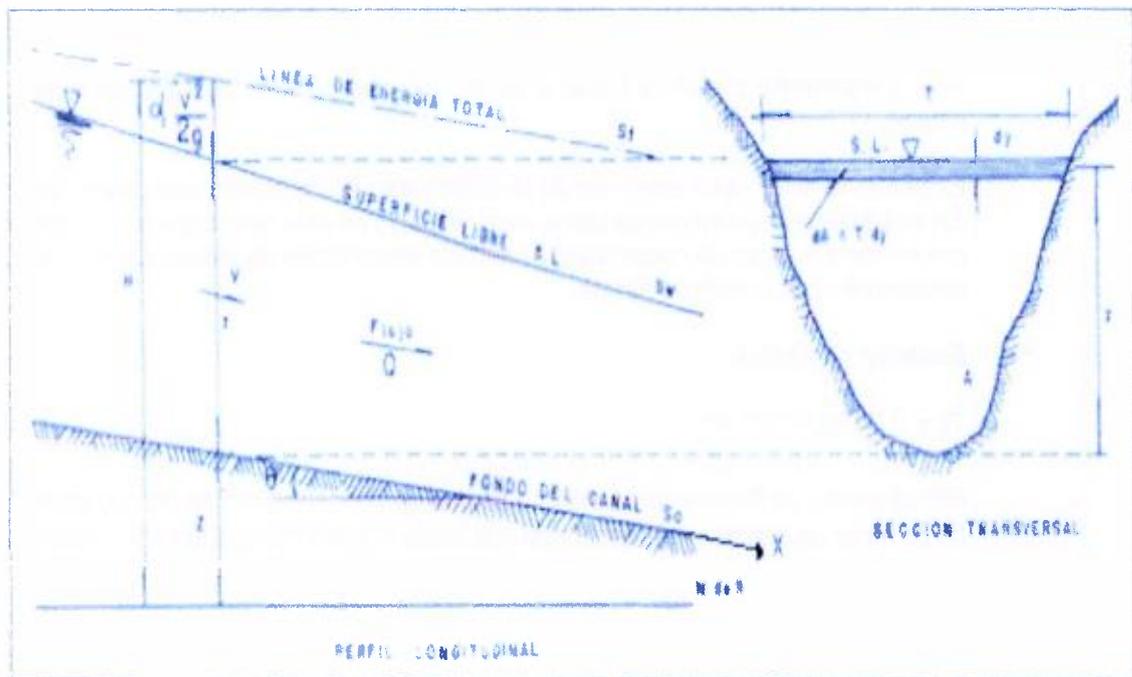
La aplicación del modelo HEC-RAS constituye cuatro pasos fundamentales:

- *Primer Paso: Analizar la topografía de sitio correspondiente a cada estructura hidráulica, definiendo de forma cualitativa la dirección de flujo y a criterio escogiendo el ancho y largo del análisis.*
- *Segundo Paso: Crear por medio de una herramienta GIS como ArcGIS y su extensión GeoRAS, los modelos digitales de elevación – DEM con un archivo de importación para HEC-RAS, que contenga información geométrica de las secciones transversales de los cauces y las llanuras de inundación correspondiente a las inmediaciones de la estructura de drenaje.*
- *Tercer Paso: Aplicar la modelización del flujo permanente con el modelo HEC-RAS, el cual genera un archivo de exportación para ArcGIS.*
- *Paso Cuatro: Generar los resultados de la mancha de agua: superficies de inundación, profundidades y perfiles de velocidad antes y después.*

#### **CALCULO DE LOS PERFILES DE FLUJO (FLUJO GRADUALMENTE VARIADO)**

El Flujo Gradualmente Variado, denotado por F.G.V., es un flujo permanente cuya profundidad varía suave o gradualmente a lo largo de la longitud del canal, para un caudal

dato. La variación de la profundidad,  $y$ , de un flujo gradualmente variado, en canales abiertos, respecto de un eje  $x$  coincidente con el fondo del canal, y para unas condiciones dadas de caudal,  $Q$ , tipo de sección transversal del canal, pendiente longitudinal,  $S_0$ , y coeficiente de rugosidad,  $n$ , recibe el nombre de perfil hidráulico o perfil de flujo.



Para canales de pendiente favorable, se puede expresar de la siguiente manera:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_f}{\cos^2 \theta - \alpha F^2}$$

De otro lado, para un pequeño tramo de canal, entre dos secciones separadas una pequeña  $\Delta x$ , se puede aplicar, sin introducir mucho error, la fórmula de Manning, válida para flujo uniforme (flujo no variado), la cual se expresa:

$$Q = \frac{\phi}{n} A R_H^{2/3} S_0^{1/2}$$

Sustituyendo las ecuaciones se tiene:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - \left( \frac{nQ}{\phi A R_H^{2/3}} \right)^2}{\cos^2 \theta - \frac{\alpha Q^2}{g D A^2}}$$

En esta ecuación  $A$ ,  $D$  y  $R_H$  funciones de la profundidad del flujo, exclusivamente, para un tipo de sección transversal del canal. Por lo tanto, el miembro derecho de la ecuación anterior es una función exclusiva de  $y$ , para unas condiciones geométricas e hidráulicas dadas.

Además, por tratarse de un flujo espacialmente variado, la profundidad del flujo varía con la dirección  $x$ . En consecuencia, la ecuación anteriormente descrita es una ecuación diferencial ordinaria, de primer orden, no lineal en  $y$ , de la forma:

$$\frac{dy}{dx} = (x, y)$$

Cuya solución analítica, en general, es imposible de obtener, excepto para los casos particulares de canales rectangulares muy anchos de fondo horizontal y canales triangulares de fondo horizontal. Sólo, aplicando según método numérico, es posible hallar la solución de la ecuación diferencial, a partir de unas condiciones iniciales dadas,  $[x_0, y_0 = f(x_0)]$ .

Entre los diferentes métodos numéricos existentes de integración de la ecuación diferencial descrita, los tres métodos de mayor aplicación son: el Método Runge-Kutta, el Método del Paso Directo y el Método del Paso Estándar el cuál es utilizado por la herramienta de análisis utilizada en el presente estudio.

### ESTIMACION DEL "n" DE MANNING PARA EL CANAL NATURAL

La fórmula de Manning es uno de los métodos hidráulicos de aplicación más usados para la determinación del caudal de flujo en ríos no aforados y entre los principales parámetros que utiliza, la dificultad se encuentra en el valor que se adopte de la rugosidad de su cobertura. Este parámetro se puede describir como la resistencia del cauce al escurrimiento del flujo.

El correcto uso del n de Manning en la aplicación de diseños hidráulicos y modelamientos, permiten determinar los niveles de aguas máximas, llanuras de inundación, velocidades y otros parámetros para avenidas extremas y diferentes periodos de retorno y una de las formas de obtenerlo acercándose a la realidad es desarrollando un modelo de estimación del coeficiente de rugosidad en función de la granulometría. A continuación, se muestran los métodos más utilizados:

#### Ecuación de Laney Carlson (1953)

$$n = D_{75}^{1.6} / 39 ; D_{75} = 8''$$
$$n = (8)^{1.6} / 39 = 0,036$$

#### Ecuación de Garde & Raju (1978) Subramanya (1982)

$$n = 0,047 D_{50}^{1.6} ; D_{50} = 127mm = 0,127m$$
$$n = 0,047(0,127)^{1.6} = 0,033$$

#### Ecuación de Meyer-Peter-Muller (1948)

$$n = 0,038 D_{90}^{1.6} ; D_{90} = 260mm = 0,26m$$
$$n = 0,047(0,26)^{1.6} = 0,030$$

#### Ecuación de Bray (1979)

$$n = 0,0495 D_{50}^{0.16} ; D_{50} = 127mm = 0,127m$$
$$n = 0,0495(0,127)^{0.16} = 0,0356$$

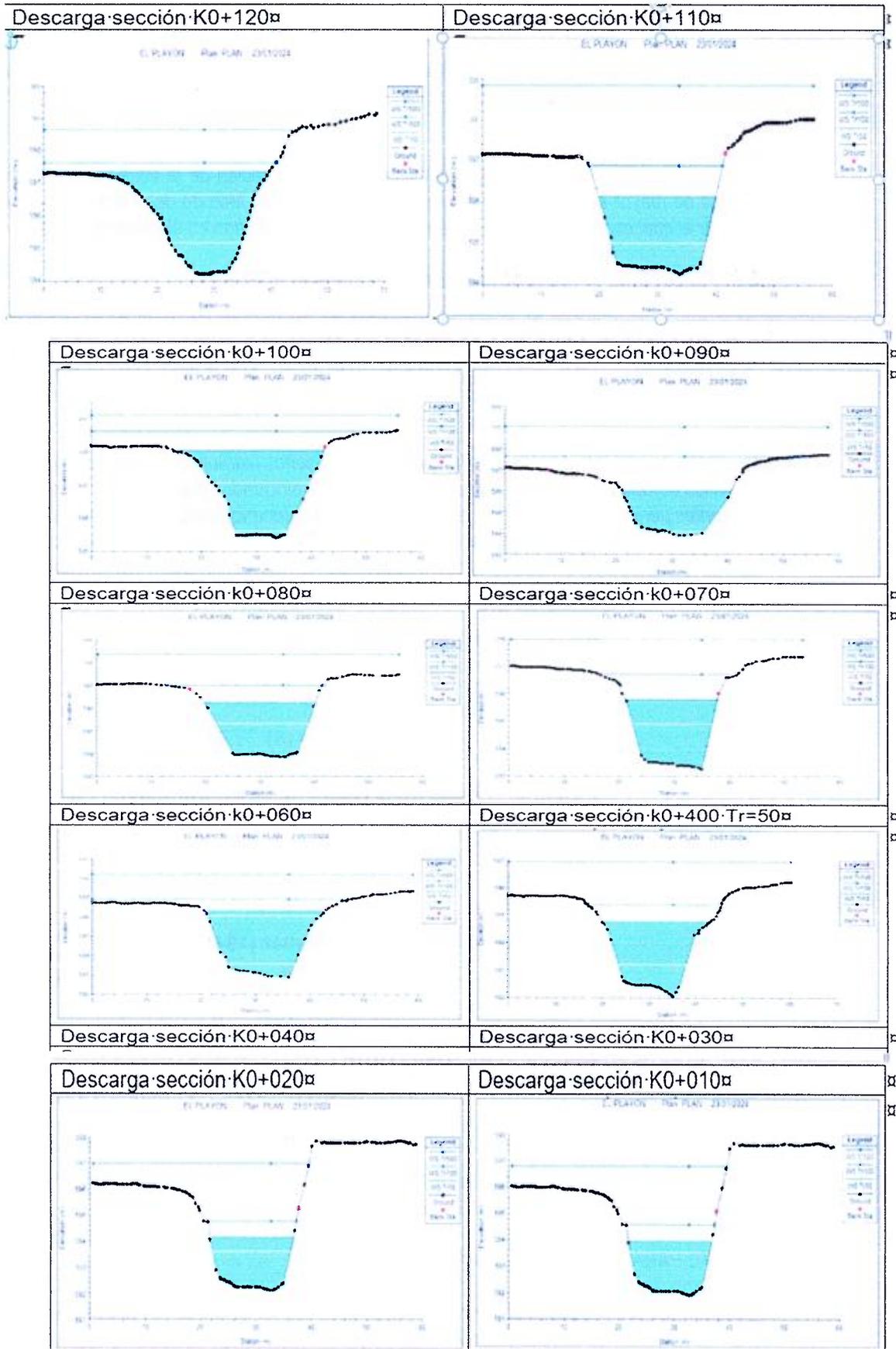
Se toma, para efectos del análisis, un valor promedio de los parámetros anteriormente hallados, correspondiente a 0,0337 representativo de la rugosidad de la sección.

TIRANTE PARA TR=50, 100 Y 500 AÑOS

En la presente sección se muestran los modelos numéricos de cada sección utilizada para los análisis hidráulicos en el tramo de río observado para Tr=50, 100 y 500 años. Se presentan a continuación los niveles para las



descargas con resultados en las abscisas de análisis k0+000, k0+010, k0+020, k0+030, k0+040, k0+050, k0+060, k0+070, k0+080, k0+090, k0+100, k0+110 y k0+120.



## **ESTUDIO DE SOCAVACIÓN**

La morfología de un cauce natural, debido a la ubicación espacial de las obras proyectadas sumado a la ocurrencia de eventos hidrológicos, varía con el fin de encontrar un equilibrio que permita la interacción de todos los sistemas que en él confluyen. De esta forma,

la socavación constituye uno de los fenómenos más importantes que se deben considerar en el diseño de estructuras hidráulicas. La socavación obedece a un proceso de degradación que se genera en el lecho al encontrarse el río en desequilibrio entre su caudal líquido y su caudal sólido, es decir, su capacidad de arrastre es mayor a la carga de sedimento que yace en el fondo o en sus márgenes, de manera que, al quedar expuesto el lecho, es más fácil de desgastar induciendo una degradación y pérdida de material, lo que ocurre con el fin de buscar ese sedimento restante para equilibrar el sistema descrito.

<b>SOCAVACIÓN GENERAL (A LARGO PLAZO)</b>		
<b>AUTOR</b>	<b>ECUACION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<i>Lacey (1930)</i>	$h_{ms} = 0.389 \left( \frac{Q^{1/3}}{d_m^{1/6}} \right)$	
<i>Blench (1969)</i>	Para arenas de 0.06mm $d_{50} < 2mm$ $h_{ms} = 1.200 \left( \frac{q^{2/3}}{d_{50}^{1/6}} \right)$	Basado en estudios de ríos de grava gruesa
	Para arenas de $d_{50} > 2mm$ $h_{ms} = 1.230 \left( \frac{q^{2/3}}{d_{50}^{1/12}} \right)$	
<i>Maza &amp; Echavarría (1973)</i>	$h_{ms} = 0.365 \left( \frac{Q^{0.784}}{B^{0.784} d_{50}^{0.157}} \right)$	Basado en alcances de varios autores incluyendo estudios en Sudamérica de

Se debe tener en cuenta que, de acuerdo al manual de drenaje para carreteras del INVIAS, en el apartado 6.2 MÉTODOS EMPLEADOS PARA ESTIMAR LA SOCAVACIÓN, numeral 3: Socavación general, Socavación general, que es a la que se hace referencia en este Manual, tiene que ver con el descenso generalizado de lecho de la corriente durante el paso de la creciente de un periodo de retorno de 100 años y que se sucede en tramos rectos; en una contracción ya sea de tipo natural o motivada por una obra (estribos, puentes, espigones, etc.) y en los tramos de curvas en los ríos. De manera que se evalúa la degradación del lecho y sus orillas teniendo en cuenta el caudal de descarga para 100 años.

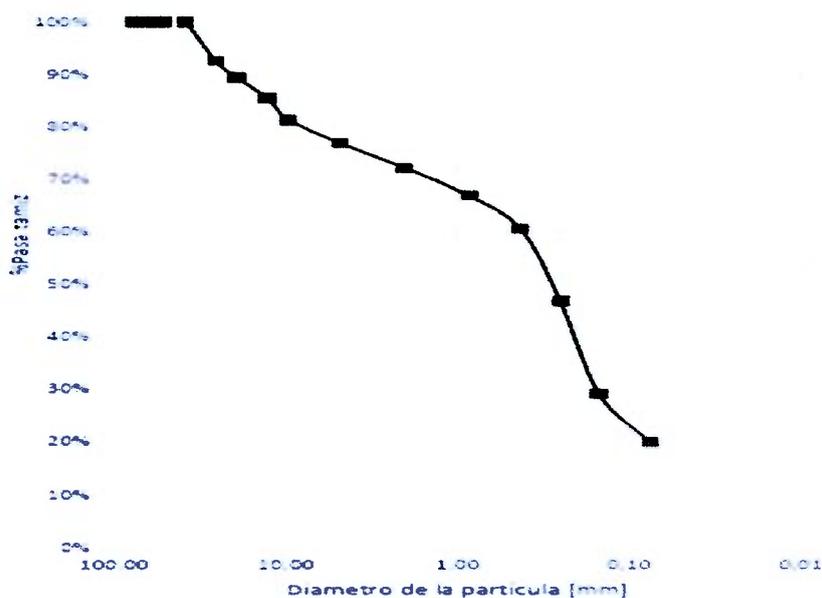
Para el análisis se toman como referencia tres secciones representativas, a saber 0+010, 0+060 y 0+120.

### **GRADACIÓN REPRESENTATIVA DEL LECHO**

De acuerdo a la formulación para el análisis de la socavación general, es necesario el conocimiento de la gradación del material del lecho del canal, de manera que permita conocer la resistencia a la erosión. A continuación, se presenta información representativa tomada en fase de exploración de suelo.



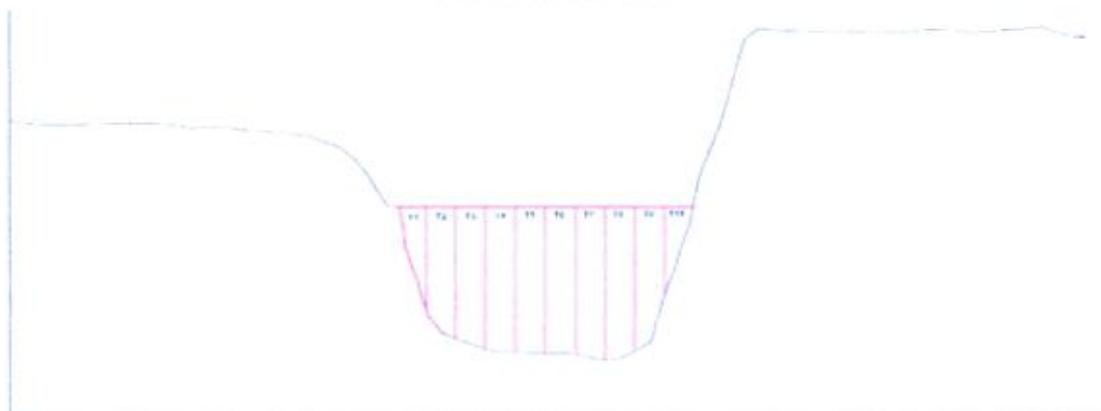
CURVA GRANULOMETRICA



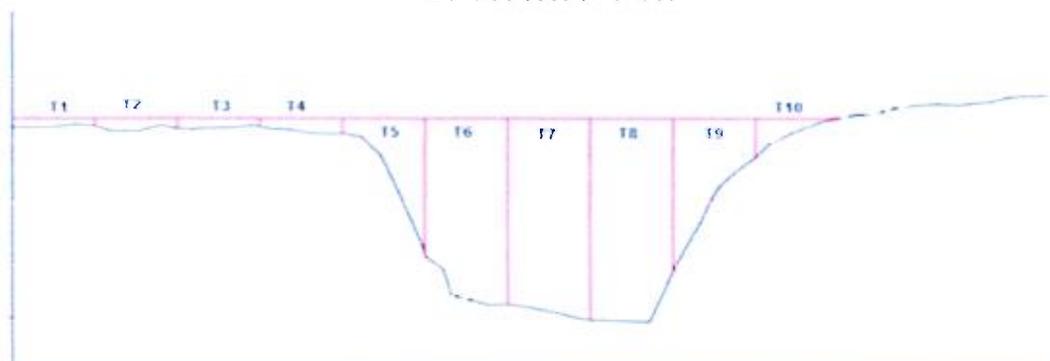
**SOCAVACIÓN CRÍTICA SECCIÓN 0+010**

Se divide la sección hidráulica en diez dovelas de igual ancho, cada una con características diferentes, en donde se dividirá el caudal y por consiguiente la velocidad transportada. Con los parámetros geométricos de cada dovela se proceden a calcular la socavación.

Dovelas sección 0+010



Dovelas sección 0+060

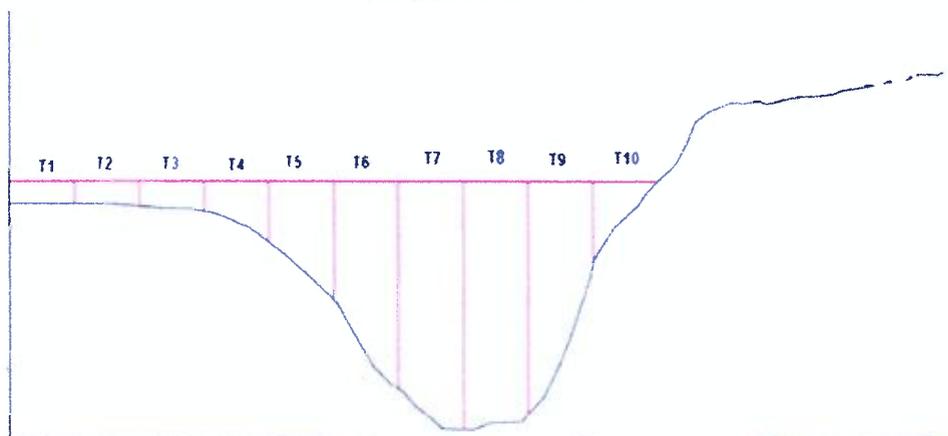


CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL SUR DE BOLÍVAR - CSB

NIT. 806.000.327 – 7

Secretaría General

Dovelas sección 0+120



Atributos de las dovelas sección 0+010 Tr=100.

SOCAVACIÓN GENERAL A LARGO PLAZO Hms [m]										
AUTOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Lacey (1930)	0.510	0.671	0.701	0.710	0.712	0.723	0.719	0.719	0.681	0.484
Maza & Echavarría (1973)	0.960	1.836	2.031	2.095	2.111	2.185	2.158	2.158	1.898	0.850
Promedio	0.735	1.254	1.366	1.402	1.411	1.454	1.438	1.438	1.289	0.667

Socavación sección 0+010 Tr=100.

PROPIEDADES DE LOS TRAPECIOS DE LA SECCION TRANSVERSAL										
AUTOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
AREA [m <sup>2</sup> ]	1.530	3.500	3.980	4.140	4.180	4.370	4.300	4.300	3.650	1.310
VEL PROM [m/s]	151.3725	66.1714	58.1910	55.9420	55.4067	52.9977	53.8605	53.8605	63.4521	176.7939
ANCHO LAMINA [m]	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607	1.607
ANCHO FONDO [m]	2.320	1.710	1.620	1.610	1.617	1.687	1.620	1.630	2.000	2.222

Atributos de las dovelas sección 0+060 Tr=100

SOCAVACIÓN GENERAL A LARGO PLAZO Hms [m]										
AUTOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Lacey (1930)	0.317	0.346	0.335	0.374	0.606	0.886	0.920	0.924	0.700	0.388
Maza & Echavarría (1973)	0.136	0.167	0.154	0.200	0.623	1.520	1.660	1.676	0.873	0.218
Promedio	0.226	0.257	0.245	0.287	0.614	1.203	1.290	1.300	0.786	0.303

Socavación sección 0+060 Tr=100.

PROPIEDADES DE LOS TRAPECIOS DE LA SECCION TRANSVERSAL										
AUTOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
AREA [m <sup>2</sup> ]	0.770	1.003	0.907	1.260	5.380	16.800	18.790	19.030	8.280	1.409
VEL PROM [m/s]	300.7792	230.9073	255.3473	183.8095	43.0483	13.7857	12.3257	12.1703	27.9710	164.3719
ANCHO LAMINA [m]	4.700	4.700	4.700	4.700	4.700	4.700	4.700	4.700	4.700	4.700
ANCHO FONDO [m]	4.700	4.720	4.710	4.140	4.710	5.500	5.000	4.710	5.060	4.790



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL SUR DE BOLÍVAR - CSB

NIT. 806.000.327 – 7

Secretaria General

Atributos de las dovelas sección 0+120 Tr=100.

SOCAVACIÓN GENERAL A LARGO PLAZO Hms [m]										
AUTOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Lacey (1930)	0.401	0.405	0.427	0.494	0.633	0.787	0.877	0.887	0.793	0.473
Maza & Echavarría (1973)	0.263	0.270	0.306	0.430	0.771	1.285	1.658	1.703	1.310	0.389
Promedio	0.332	0.338	0.366	0.462	0.702	1.036	1.267	1.295	1.052	0.431

Socavación sección 0+120 Tr=100

PROPIEDADES DE LOS TRAPECIOS DE LA SECCION TRANSVERSAL										
AUTOR	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
AREA [m <sup>2</sup> ]	1.259	1.300	1.522	2.350	4.950	9.508	13.150	13.610	9.740	2.070
VEL PROM [m/s]	183,95552	178.154	152,168	98.553	46.788	24.358	17.612	17.017	23.778	111.884
ANCHO LAMINA [m]	4.08	4.080	4.080	4.080	4.080	4.080	4.080	4.080	4.080	4.080
ANCHO FONDO [m]	4.08	4.087	4.088	4.110	4.160	4.280	4.143	4.102	4.630	4.260

Por lo tanto, se concluye que:

- El proyecto se ubica en el Municipio de San Fernando zona rural corregimientos de Las Bateas y Jolón ubicada en la Depresión Momposina; por lo tanto, las sub- cuencas hidrográficas existentes, son en su mayoría de menor tamaño y de bajo pendiente. Sin embargo, debido a la topografía y la afectación de deforestación en la zona, los cauces en épocas de altas lluvias tienen gran capacidad de arrastre y erosión.
- Se observa que la precipitación obedece básicamente a las épocas de inviernos que imperan en la zona del proyecto. Se observa claramente para la estación estudiada, una distribución bimodal de la precipitación, con dos periodos o épocas de lluvia superiores al promedio ubicados básicamente entre los meses de marzo, abril, mayo y junio, inclusive en septiembre, octubre, noviembre y diciembre. El resto del año se comporta como periodos más secos, sin que ello indique que no se presenten lluvias en dicho periodo
- La subcuenca en cuestión corresponde a valores de área mayores a los 2.5 km<sup>2</sup>, por lo que no se puede aplicar el método racional de diseño y se acude al SCS Curve Number y un modelo semi distribuido.
- Aunque el nivel no genere ninguna complicación respecto al empuje hidrodinámico ejercido por la masa de agua, es necesario plantear un sistema de protección de talud en este caso sembrar grama con el fin de controlar y evitar la erosión.
- Los sistemas de protección, preferiblemente, deben ser flexibles o semirígidos de manera que no generen un desequilibrio en el entorno fluvial, permitiendo la sinergia entre la carga y la capacidad de arrastre. En muchas ocasiones una obra de protección genera aún más incisión sobre la orilla que en lugar de no implantar nada en el punto de análisis.

**CALCULO ESTRUCTURAL DEL DIQUE**

**1 PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (Hs)**

**TIRANTE AL QUE SE DESEA EVALUAR LA VELOCIDAD EROSIVA (Ts)**

$$ts = [(a \cdot \bar{t}^5) / (0.6 w^{1.18} \beta)]^{1/(x+1)}$$

$$a = Q / (t^3 B)$$

a= 2.30

Hs=Ts-Y

DONDE:

Q: Caudal 380.000 (m3/s)  
t: Tirante Hidraulico 0.90 (m)  
B: Ancho del cauce (m) 230.00 (m)  
x: Valor (tabla)  
β: coeficiente por T.R

a: Coeficiente.

D: Diametro medio de Particulas

w: Peso especifico del Suelo

1/(x+1): Valor obtenido de la tabla

ts: Profundidad maxima de Socavacion

Be: Ancho efectivo de la superficie del liquido en la seccion transversal

De las tablas obtenemos los datos siguientes.

Considerando que: Q. diseño 380.00 m/s  
B 230.00 m  
w 1.90 Tn/m3

Dm	1 / (1+ X)	β	μ	Be(βm)
15	0.75	0.97	0.97	70

ts = 5.2

LUEGO Hs = 2.7

**2 ANALIZ DE ESTABILIDAD DEL DIQUE.**

**ANALIZ POR DESLIZAMIENTO HORIZONTAL**

$$F.DH = \frac{\sum Fv}{\sum Fh} \geq 2.0$$

DONDE:

Fv sumatoria de fuerzas verticales

Fh sumatoria de fuerzas horizontales

F.DH factor de seguridad de deslizamiento

**VALORES DE X PARA SUELOS COHESIVOS Y NO COHESIVOS**

SUELOS COHESIVOS	
P. especifico gd (T/m3)	x
0.80	0.52
0.83	0.51
0.86	0.50
0.88	0.49
0.90	0.48
0.93	0.47
0.96	0.46
0.98	0.45
1.00	0.44
1.04	0.43
1.08	0.42
1.12	0.41
1.16	0.40
1.20	0.39
1.24	0.38
1.28	0.37
1.34	0.36
1.40	0.35
1.46	0.34
1.52	0.33
1.58	0.32
1.64	0.31
1.71	0.30
1.80	0.29
1.89	0.28
2.00	0.27

SUELOS NO COHESIVOS	
dm (mm)	x
0.05	0.43
0.15	0.42
0.50	0.41
1.00	0.40
1.50	0.39
2.50	0.38
4.00	0.37
6.00	0.36
8.00	0.35
10.00	0.34
15.00	0.33
20.00	0.32
25.00	0.31
40.00	0.30
60.00	0.29
90.00	0.28
140.00	0.27
190.00	0.26
250.00	0.25
310.00	0.24
370.00	0.23
450.00	0.22
570.00	0.21
750.00	0.20
1000.00	0.19

VALORES DEL COEFICIENTE b	
Periodo de retorno del gasto de diseño (años)	Coefficiente b
2	0.82
5	0.86
10	0.90
20	0.94
50	0.97
100	1.00
500	1.05

SUELOS COHESIVOS						SUELOS NO COHESIVOS					
γ <sub>s</sub> (T/m <sup>3</sup> )	γ <sub>w</sub> (T/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sub</sub> (T/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (T/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sub</sub> (T/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (T/m <sup>3</sup> )	γ <sub>s</sub> (T/m <sup>3</sup> )	γ <sub>w</sub> (T/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sub</sub> (T/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (T/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sub</sub> (T/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (T/m <sup>3</sup> )
0.80	0.52	0.66	1.20	0.39	0.72	0.05	0.43	0.70	40	0.30	0.77
0.83	0.51	0.66	1.24	0.38	0.72	0.15	0.42	0.70	60	0.29	0.78
0.86	0.50	0.67	1.28	0.37	0.73	0.50	0.41	0.71	90	0.28	0.78
0.88	0.49	0.67	1.34	0.36	0.74	1.00	0.40	0.71	140	0.27	0.79
0.90	0.48	0.67	1.40	0.35	0.74	1.50	0.39	0.72	190	0.26	0.79
0.93	0.47	0.68	1.46	0.34	0.75	2.50	0.38	0.72	250	0.25	0.80
0.96	0.46	0.68	1.52	0.33	0.75	4	0.37	0.73	310	0.24	0.81
0.98	0.45	0.69	1.58	0.32	0.76	6	0.36	0.74	370	0.23	0.81
1.00	0.44	0.69	1.64	0.31	0.76	8	0.35	0.74	450	0.22	0.83
1.04	0.43	0.70	1.71	0.30	0.77	10	0.34	0.75	570	0.21	0.83
1.08	0.42	0.70	1.80	0.29	0.78	15	0.33	0.75	750	0.20	0.83
1.12	0.41	0.71	1.89	0.28	0.78	20	0.32	0.76	1000	0.19	0.84
1.16	0.40	0.71	2.00	0.27	0.79	25	0.31	0.76			



**CALCULO DE FUERZAS DE EMPUJE PRODUCIDAS POR EL AGUA**

$$E_v = \gamma_w \frac{y^2}{2} 1m$$

DONDE:

$\gamma_w$  peso específico del agua 1000 kg/m<sup>3</sup>  
y tirante del agua 2 m

$$E_v = 2000 \text{ kg/m}$$

$$E_h = \gamma_w \frac{Z \cdot y^2}{2} 1m$$

$$E_h = 4000 \text{ kg/m}$$

**CALCULO DEL PROPIO PESO DEL DIQUE (W<sub>dique</sub>)**

$$W_{dique} = \gamma_G \cdot \frac{(b + B) \cdot Y}{2}$$

DONDE:

$\gamma_G$  peso específico de la grava 2080 kg/m<sup>3</sup>  
B base mayor del dique 11.75 m  
b ancho de la corona 3 m  
Y altura del dique 2.5 m

$$W_d = 38350 \text{ kg/m}$$

AHORA:

$$\sum F_v = E_v + W_d$$

$$\sum F_h = E_h$$

$$\sum F_v = 40350 \text{ kg/m}$$

$$\sum F_h = 4000 \text{ kg/m}$$

ENTONCES:

$$F.d_h = 10.09 \geq 2.0$$

el dique no falla por deslízamiento horizontal.

**ANALIZIS POR VOLTEO**

VERIFICAMOS

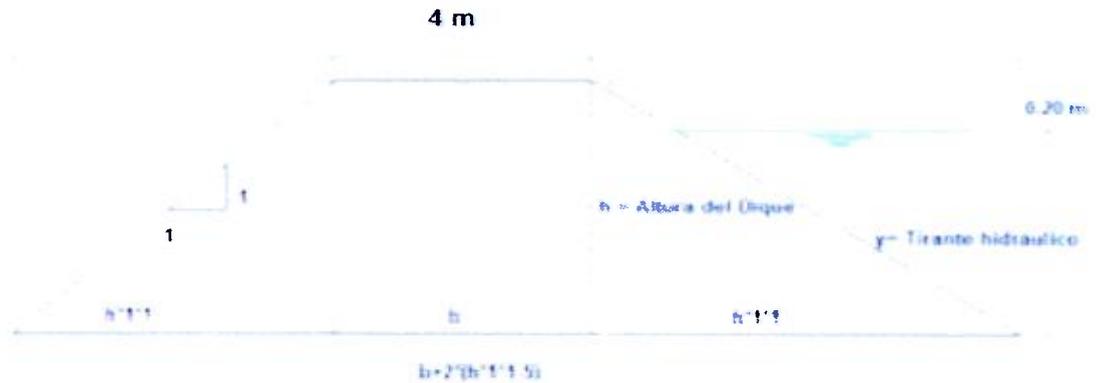
$$F_{sv} = \frac{\sum M_r}{\sum M_a} \geq 1.5$$

DONDE:

$\sum M_R$  momentos producidos por fuerzas verticales

$\sum M_A$  moentos producidos por fuerzas horizontales

$$\sum M_A = E_h \times 2y/3 = 2666.67 \text{ kg-m}$$



$$\Sigma MR = M1 + M2 + M3 + M(Ev)$$

$$M1 = W1 \cdot L1$$

$$M2 = W2 \cdot L2$$

$$M3 = W3 \cdot L3$$

$$M(Ev) = Ev \cdot L$$

#### CALCULAMOS PESOS Y BRAZOS

W1= 13000	Kg	L1= 8.42
W2= 15600	Kg	L2= 5.25
W3= 9750	Kg	L3= 2.50
Ev= 4000	Kg	L= 8.42
<b><math>\Sigma FV = 42350</math></b>	<b>Kg</b>	

ENTONCES

$$M1 = 109416.67 \quad \text{kg-m}$$

$$M2 = 81900 \quad \text{kg-m}$$

$$M3 = 24375 \quad \text{kg-m}$$

$$M(Ev) = 33666.67 \quad \text{kg-m}$$

$$\Sigma MR = 249358.33 \quad \text{kg-m}$$

#### EN LA FORMULA TENEMOS

$$Fsv = \frac{\Sigma Mr}{\Sigma Ma} \geq 1.5$$

$$Fsv = 93.509375 \geq 1.5$$

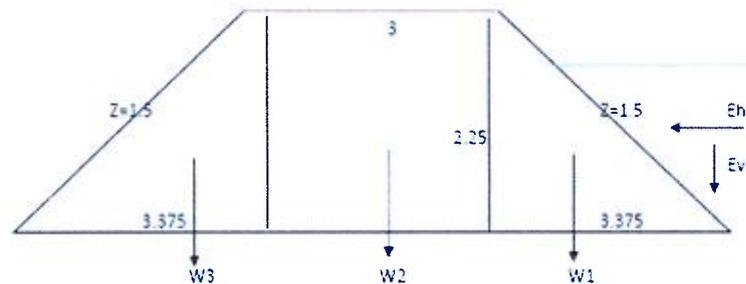
la estructura no falla por volteo

#### ANALISIS POR ASENTAMIENTO

verificamos que:

$$\sigma_T \geq \sigma_A$$

$$\sigma_A = \frac{R}{A} \left( 1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$



Donde:

- $\sigma T$ : 1.2      Esfuerzo admisible del terreno (Kg / cm<sup>2</sup>)  
 $\sigma A$ :              Esfuerzo actuante de la estructura (Kg / cm<sup>2</sup>)  
 R: 42350          Sumatoria de Fuerzas Verticales (Kg)  
 A: 11.75          Área de la Base del Bordo (m<sup>2</sup>)  
 B: 11.75          Base del Bordo (m)  
 e:                  Excentricidad (m)

$$e = \frac{B}{2} - X_R < \frac{B}{6}$$

Donde:

$X_R$ : Ubicación de la resultante

$$X_R = \frac{\sum M_R - \sum M_A}{\sum FSV}$$

$$X_R = 5.83$$

ENTONCES:

Excentricidad ( e )	e= 0.050
	B/6 = 1.958

Se cumple la condicion de excentricidad

DETERMINAMOS LOS ESFUERZOS ACTUANTES

$$\sigma_{MÁX} = 3696.15 \text{ Kg/m}^2$$

$$\sigma_{MIN} = 3512.36 \text{ Kg/m}^2$$

$$\sigma_{MÁX} = 0.37 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{MIN} = 0.35 \text{ kg/cm}^2$$

Se comprueba que  $0.37 < 1.2$  por lo tanto la estructura no falla por asentamiento

### CONCEPTUALIZACIÓN TÉCNICA

Después de revisar la documentación presentada por la **ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA – ASOMOMPOSINA identificada con NIT 900.976.259-63**, ante esta Corporación para el proyecto denominado: **“RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”**, se conceptúa lo siguiente:

- ✓ Que el proyecto contempla la reconstrucción de muro que protege contra las inundaciones al corregimiento el Jolón y vereda las Bateas con 5.7 Kilómetros de longitud.
- ✓ El secretario de Planeación Municipal indica que los predios donde se ejecuta el proyecto denominado **“RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”**, pertenecen a la entidad territorial.
- ✓ Que fueron presentados los estudios Hidráulicos, Hidrológicos, Estructural y de Socavación del dique para el proyecto **“RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”**.
- ✓ Que se presentaron las descripciones técnicas del proyecto: **“RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”**.
- ✓ Que se presentaron los planos para el proyecto **“RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”**, indicando la ubicación y la obra a ejecutar.
- ✓ Que la identificación de impactos se realiza a través de las matrices; matriz causa-efecto, Conesa Fernández Vitoria (1997), esta última permite obtener una valoración de los impactos generados por dicha obra.
- ✓ Que las fichas de manejo ambiental en su estructura presentan objetivo, meta, etapa, actividades que ocasionan el impacto, impacto ambiental, tipo de medida, lugar de aplicación, plan de acción, indicadores de seguimiento y monitoreo, presupuesto, momento de ejecución, responsable.
- ✓ Que las fichas de manejo ambiental de las MMA fueron elaboradas de acuerdo con los lineamientos y metodologías existentes para la elaboración de Planes de Manejo Ambiental.
- ✓ Es procedente validar técnicamente las fichas de manejo ambiental presentadas por la **ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA – ASOMOMPOSINA identificada con NIT 900.976.259-63**, para el proyecto **“RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”**.
- ✓ Es procedente validar técnicamente los documentos presentados por la **ASOCIACION DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA – ASOMOMPOSINA identificada con NIT 900.976.259-63**, para el permiso permanente de ocupación de cauce para el proyecto **“RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”**.
- ✓ Es procedente otorgar permiso permanente de ocupación de cauce para el proyecto denominado: **“RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”**, para el mejoramiento de 5.7 Kilómetros de longitud.
- ✓ Que la **ASOCIACION DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA – ASOMOMPOSINA identificada con NIT 900.976.259-63**, debe dar cumplimiento a las fichas ambientales que hacen parte integral de las Medidas de Manejo Ambiental presentadas, las cuales se enumeran a continuación:

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL SUR DE BOLÍVAR - CSB**

NIT. 806.000.327 – 7

Secretaria General

<b>Código</b>	<b>Nombre de la ficha</b>
<b>MMA – FICHA – 1.1</b>	Cumplimiento de los requisitos legales.
<b>MMA – FICHA – 1.2</b>	Capacitación ambiental al personal de obra.
<b>MMA – FICHA – 1.3</b>	Señalización frentes de obras y sitios temporales
<b>MMA – FICHA – 1.4</b>	Proyecto de manejo y disposición final de residuos sólidos convencionales y especiales.
<b>MMA – FICHA – 1.5</b>	Manejo de aguas superficiales
<b>MMA – FICHA – 1.6</b>	Manejo de residuos líquidos, domésticos
<b>MMA – FICHA – 1.7</b>	Manejo del descapote y la cobertura vegetal
<b>MMA – FICHA – 1.8</b>	Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de sitios de acopio temporales.
<b>MMA – FICHA – 1.9</b>	Manejo de maquinaria, equipos y vehículos
<b>MMA – FICHA – 1.10</b>	Atención a la comunidad
<b>MMA – FICHA – 1.11</b>	Contratación mano de obra

- ✓ Que la **ASOCIACION DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA – ASOMOMPOSINA identificada con NIT 900.976.259-63**, deberá radicar ante la CSB, un Informe Final de Cumplimiento Ambiental (ICA), con el fin de dar a conocer el estado de ejecución e implementación de las fichas de manejo ambiental, con registros fotográficos de las condiciones finales del área donde se desarrolló el proyecto.
- ✓ Que la **ASOCIACION DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA – ASOMOMPOSINA identificada con NIT 900.976.259-63**, debe garantizar que durante la reconstrucción del muro o Jarillón la no inclusión de elementos que desvíen la corriente natural de los cuerpos de aguas presentes, para no generar afectaciones a nivel de cambios de cauce, redireccionamiento de corrientes, o procesos de sedimentación diferentes al natural de estos.
- ✓ La CSB deberá realizar labores de Control y Seguimiento Ambiental cada seis (6) meses a las fichas técnicas de manejo ambiental del proyecto: **“RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR”**.
- ✓ Qué como medida de compensación por la afectación al recurso hídrico la **ASOCIACION DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA – ASOMOMPOSINA identificada con NIT 900.976.259-63**, deberá entregar a la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar 2000 árboles de especies nativas de la región, los cuales deben tener una altura mínima de 60 a 80 centímetros en sus respectivas bolsas de vivero, calibre 5"x 7" pulgadas. "

## **FUNDAMENTO JURÍDICO**

Que el Artículo 31 Numeral 2, de la Ley 99 de 1993, establece que: *“corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales ejercer la función de máxima autoridad Ambiental en el área de su jurisdicción de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente”*.

Que según el Artículo 31 de la Ley 99 de 1993, numerales 12 se establece como funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales siguiente:

*“12. Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas a cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos*



naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos;

Que la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar CSB, fue creada mediante el artículo 33 de la Ley 99 de 1993, que por tanto se constituye en la máxima Autoridad Ambiental, siendo el encargado de otorgar las Autorizaciones, Permisos y Licencia Ambiental a los proyectos, obras y/o actividades de su competencia a desarrollarse en el área de su jurisdicción.

Que el Artículo 2.2.3.2.5.3 Decreto 1076 de 2015 establece “*Toda persona natural o jurídica, pública o privada, requiere concesión para hacer uso de las aguas públicas o sus cauces*”

Que el Artículo 28 de la norma Ibidem, estipula “*El derecho al uso de las aguas y de los cauces se adquiere de conformidad con el Artículo 51 del Decreto –Ley 2811 de 1974.*”

a). *Por ministerio de la Ley, b). Por Concesión, c). Por permiso y d). Por Asociación.*”

Que el Artículo 102 del Decreto 2811 de 1974, “*quien pretenda construir obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua, deberá solicitar la debida autorización*”.

Que el artículo 2.2.3.2.12.1. del Decreto 1076 de 2015, establece que toda construcción de obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere Autorización, que se otorgará en las condiciones que establezca la Autoridad Ambiental competente. Igualmente se requerirá permiso cuando se trate de la ocupación permanente o transitoria de playas.

Que el Decreto 1076 de 2015 establece como requisitos para la solicitud de Ocupación de Cauce lo siguiente:

“1. *Formulario único nacional de solicitud de permiso de ocupación de cauce establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS-, diligenciado y firmado por el solicitante.*

2. *Certificado de existencia y representación legal para personas jurídicas, expedido dentro del mes inmediatamente anterior a la presentación de la solicitud, y fotocopia de la cedula de ciudadanía para personas naturales.*

3. *Poder debidamente otorgado, cuando se actúe mediante apoderado.*

4. *Certificado de libertad y tradición expedido dentro del mes inmediatamente anterior a la presentación de la solicitud, en el cual se acredite la propiedad del predio o predios en los cuales se encuentre la ocupación de cauce, cuando se trate de predios privados.*

5. *Autorización del propietario(s) del (los) predio(s).*

6. *Documento que incluya la siguiente información para cada uno de los puntos objeto de la solicitud:*

a) *Descripción del proyecto a ejecutar y de las obras o actividades que requieren la ocupación del cauce. Se deberán incluir cálculos y memoria de las obras (hidrológicas, hidráulicas y estructurales), en medio física y magnética.*

b) *Planos (escala 1:10000 o 1:25000) indicando la ubicación y detalle de las obras a ejecutar, de acuerdo al artículo 2.2.3.2.19.8 del Decreto 1076 de 2015.*

7. *Medidas de manejo ambiental.*”



Teniendo en cuenta que el usuario acredita los requisitos de forma exigidos para el trámite y resulta viable técnicamente de acuerdo con la conceptualización hecha por la Subdirección de Gestión Ambiental mediante Concepto Técnico No 200 del 26 de ABRIL de 2024, se procede a otorgar el permiso objeto del presente asunto con las obligaciones que le atañen al beneficiario del Permiso Ambiental.

En mérito de lo expuesto, la Directora General de la CSB,

### RESUELVE

**ARTÍCULO PRIMERO:** Otorgar a la ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA-ASOMOMPOSINA identificada con NIT 900.976.259-63, Autorización permanente de Ocupación de Cauces, Playas y Lechos para la ejecución del proyecto denominado: *RECONSTRUCCIÓN DEL MURO QUE PROTEGE CONTRA LAS INUNDACIONES DE JOLÓN Y LAS BATEAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, BOLÍVAR* (para el mejoramiento de 5.7 kilómetros de longitud) jurisdicción del Municipio de San Fernando-Bolívar.

**ARTÍCULO SEGUNDO:** Aprobar las Fichas de Manejo Ambiental que a continuación se enumeran, las cuales deberán cumplirse a cabalidad durante la ejecución del proyecto de que trata el Artículo Primero del presente Acto Administrativo, por el término que dure el mismo.

Código	Nombre de la ficha
MMA – FICHA – 1.1	Cumplimiento de los requisitos legales.
MMA – FICHA – 1.2	Capacitación ambiental al personal de obra.
MMA – FICHA – 1.3	Señalización frentes de obras y sitios temporales
MMA – FICHA – 1.4	Proyecto de manejo y disposición final de residuos sólidos convencionales y especiales.
MMA – FICHA – 1.5	Manejo de aguas superficiales
MMA – FICHA – 1.6	Manejo de residuos líquidos, domésticos
MMA – FICHA – 1.7	Manejo del descapote y la cobertura vegetal
MMA – FICHA – 1.8	Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de sitios de acopio temporales.
MMA – FICHA – 1.9	Manejo de maquinaria, equipos y vehículos
MMA – FICHA – 1.10	Atención a la comunidad
MMA – FICHA – 1.11	Contratación mano de obra

**ARTÍCULO TERCERO:** La ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA-ASOMOMPOSINA, deberá dar cumplimiento estricto a las siguientes obligaciones:

1. Presentar un Informe de Cumplimiento Ambiental (ICA), con el fin de dar a conocer el estado de ejecución e implementación de las Fichas de Manejo Ambiental, con registros fotográficos de las condiciones finales del área donde se desarrolló el proyecto en mención.

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL SUR DE BOLÍVAR - CSB**

NIT. 806.000.327 – 7

Secretaría General

2. Garantizar que durante la reconstrucción del muro o Jarillón la no inclusión de elementos que desvíen la corriente natural de los cuerpos de aguas presentes, para no generar afectaciones a nivel de cambios de cauce, redireccionamiento de corrientes, o procesos de sedimentación diferentes al natural de estos.

3. Realizar el desarrollo del proyecto de acuerdo a las especificaciones técnicas presentadas ante la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar – CSB.

4. Si en el desarrollo del proyecto se deben realizar variaciones a las especificaciones técnicas presentadas estas deben ser radicadas ante la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar – CSB para su análisis y evaluación.

5. Garantizar que el material de construcción que se utilizará en el proyecto deberá provenir de canteras debidamente legalizadas.

**ARTÍCULO CUARTO:** La ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA-ASOMOMPOSINA identificada con NIT 900.976.259-63, como Medida Compensatoria deberá hacer entrega a la CSB en un término no superior a seis (06) meses la cantidad de dos mil (2.000) árboles de las especies nativas de la región por la Autorización de Ocupación de cauces, Playas y Lechos otorgado, los cuales deben tener una altura mínima de 60 a 80 centímetros en sus respectivas bolsas de vivero, calibre 5"x 7" pulgadas.

**ARTÍCULO QUINTO:** La CSB podrá realizar visitas de seguimiento y control Ambiental al permiso viabilizado para verificar el efectivo cumplimiento de las obligaciones contraídas por la ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA-ASOMOMPOSINA identificada con NIT 900.976.259-63 cada seis (06) meses o cuando sea requerido.

**ARTÍCULO SEXTO:** La ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA-ASOMOMPOSINA, debe cancelar a esta CAR, el valor del servicio de publicación del presente proveído, previa facturación que realizará la Subdirección Administrativa y Financiera de esta Corporación.

**ARTÍCULO SEPTIMO:** Notificar personalmente o por aviso según sea el caso, el contenido de la presente decisión, conforme a lo estipulado en los Art. 67 y 68 de la ley 1437 de 20211 a la ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA-ASOMOMPOSINA.

**ARTÍCULO OCTAVO:** Contra el presente Acto Administrativo procede el Recurso de Reposición ante la Directora General de la CSB, conforme a lo establecido en el Artículo 74 y SS. Del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo. El cual deberá interponerse por escrito en la diligencia de notificación personal, o dentro de los diez (10) días siguientes a ella, o a la notificación por aviso, o al vencimiento del término de publicación, según el caso.

**ARTÍCULO NOVENO:** Publicar el presente Acto Administrativo, de conformidad con lo dispuesto en el Art. 71 de la ley 99 de 1998.

**NOTIFÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE.**



CLAUDIA CABALLERO  
Director General CSB

Exp: 2024-089  
Proyectó: Liliana Madera P.-Asesor Jurídico CSB  
Revisó: Ana Mejía Mendivil. - Secretaría General CSB



HOJA EN BLANCO

HOJA EN BLANCO

HOJA EN BLANCO