ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

PROYECTO:

CONSTRUCCION PRIMERA ETAPA DE LAS OBRAS DESTINADAS A LA SEGURIDAD VIAL Y LA MEJORA DE LA MOVILIDAD, MEDIANTE EL MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN Y EMBELLECIMIENTO DE ZONAS URBANÍSTICAS EN ANDENES, ESPACIO PÚBLICO Y EL BULEVAR CENTRAL DEL SECTOR DEL CRUCE EN EL MUNICIPIO DE BOSCONIA, CESAR.

LUIS RAFAEL ARIZA BARRAZA
Ingeniero Civil

MUNICIPIO DE BOSCONIA - CESAR

ENERO 2026

Contenido

INTRODUCCION 4

OBJETIVOS 5

GENERALES 5

ESPECÍFICOS 5

ALCANCE DEL ESTUDIO 5

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 6

TRAMO 1: CALLE 18 ENTRE CARRERA 18ª Y 18 7

RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTEN 8

PARÁMETROS CLIMATOLÓGICOS 8

ANÁLISIS TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN 8

ANALISIS ESPACIAL DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS 9

Precipitación 9

Temperatura 9

Humedad Relativa 10

Evaporación 10

Brillo Solar 11

GEOLOGIA 12

GEOLOGÍA MUNICIPIO DE BOSCONIA 12

RED HIDROGRÁFICA 12

FUENTES HÍDRICAS SUPERFICIALES 13

CUENCA ARIGUANI 13

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 16
VISTA EN PLANTA 16
Tramo 1: CALLE 18 ENTRE CARRERA 18ª Y 18 16
VISTA EN PERFIL 16
Tramo 1: CALLE 18 ENTRE CARRERA 18ª Y 18 16
ANÁLISIS DE LLUVIAS Y CLIMATOLÓGICO 17
ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA ZONA DE ESTUDIO 17
PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA DE VALORES MÁXIMOS DE PRECIPITACIÓN Y CAUDAL. 18
Estimación de curvas IDF Intensidad – Duración – Frecuencia 19
ANÁLISIS DE CAUDALES 24
MÉTODO RACIONAL 24
PERIODO DE RETORNO DE DISEÑO EN OBRAS DE DRENAJE VIAL 26
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA: 27
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN: 27
Ecuación de Kirpich: 28
Ecuación de Témez: 28
Ecuación del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos: 28
ESTUDIO HIDRÁULICO 29
AREA DE DRENAJE 30
CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS Y GEOMÉTRICAS DE LA VIA 31
CALCULO DE DIMENSIONES DE LA CUNETA 32
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 33

INTRODUCCION

En los últimos años la realización de estudios hidrológicos e hidráulicos en el desarrollo de proyectos viales ha tomado gran importancia, debido a las consecuencias que la ausencia de estos ha traído consigo. Sabiendo que Colombia es uno de los países más húmedos del planeta, ocasionando que las carreteras se encuentren sometidas de manera frecuente a la acción del agua lluvia, además que en su construcción se deba atravesar o bordear numerosos cursos de agua. Esta condición hace especialmente necesario el diseño y la construcción de sistemas de drenaje, en donde cuya eficacia dependerá, en buena medida, la calidad de la operación vial y la vida útil de las carreteras nacionales. (Instituto Nacional de Vías, 2009).

Los estudios hidrológicos urbanos brindan la información en cuanto a cantidad del caudal a manejar en determinada área y junto con e l análisis hidráulico se plantean los mecánicos para su evacuación brindando protección a los habitantes de esta.

Debido a que la población de Bosconia no cuenta con una red de alcantarillado pluvial, se ha proyectado la evacuación de las aguas lluvias por las vías, por lo que estas funcionaran como calle canal durante las tormentas.

Las vías deberán evacuar la escorrentía superficial adecuadamente, por eso se adelantó el estudio, cálculos y diseños necesarios que conlleven a alcanzar el objetivo descrito.

Para el análisis pluviométrico de la zona, Se realiza una recolección de datos de la estación pluviométrica más cercana, que para nuestras vías en particular es de Bosconia cesar la cual tiene la mayor influencia en la zona presentando un análisis estadístico de lluvias y la curva de Intensidad - Duración - Frecuencia.

OBJETIVOS

GENERALES

Determinar las condiciones climáticas e hidrológicas en los tramos viales que se van a intervenir dentro del proyecto **"CONSTRUCCION PRIMERA ETAPA DE LAS OBRAS DESTINADAS A LA SEGURIDAD VIAL Y LA MEJORA DE LA MOVILIDAD, MEDIANTE EL MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN Y EMBELLECIMIENTO DE ZONAS URBANÍSTICAS EN ANDENES, ESPACIO PÚBLICO Y EL BULEVAR CENTRAL DEL SECTOR DEL CRUCE EN EL MUNICIPIO DE BOSCONIA, CESAR"**, con el fin de realizar una evaluación hidráulica, para el manejo eficiente de los volúmenes de escorrentía superficial generados en la zona.

ESPECÍFICOS

- Analizar la información climática e hidrología correspondiente al área de estudio.
- Estimar el caudal de diseño para diferentes periodos de retornos.
- Diseñar las obras que sean pertinentes, para evacuar de manera eficiente la escorrentía superficial a lo largo de las calles en estudio.

ALCANCE DEL ESTUDIO

El presente documento corresponde al Estudio Hidrológico e Hidráulico requerido para el diseño de una cuneta de drenaje superficial, asociada al proyecto denominado "CONSTRUCCION PRIMERA ETAPA DE LAS OBRAS DESTINADAS A LA SEGURIDAD VIAL Y LA MEJORA DE LA MOVILIDAD, MEDIANTE EL MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN Y EMBELLECIMIENTO DE ZONAS URBANÍSTICAS EN ANDENES, ESPACIO PÚBLICO Y EL BULEVAR CENTRAL DEL SECTOR DEL CRUCE EN EL MUNICIPIO DE BOSCONIA, CESAR".

El estudio se desarrolla específicamente para un tramo localizado en la calle 18, entre la carrera 18A y la carrera 18, en el municipio de Bosconia, departamento del Cesar, donde se proyecta la construcción de una cuneta longitudinal con una longitud aproximada de 72,5 metros, destinada a la captación, conducción y evacuación de las aguas lluvias provenientes de la escorrentía superficial generada en el área de influencia.

El alcance del estudio comprende:

- La caracterización hidrológica del área de estudio, incluyendo la delimitación del área aportante, análisis de las precipitaciones representativas y la estimación de los caudales de diseño.
- El análisis hidráulico de la cuneta proyectada, orientado a la verificación de su capacidad hidráulica, control de velocidades, régimen de flujo y condiciones de seguridad frente a eventos de diseño.
- La definición de los parámetros geométricos, hidráulicos y constructivos de la cuneta, garantizando su adecuado funcionamiento, durabilidad y compatibilidad con la infraestructura vial y urbana existente.

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Bosconia se encuentra al noroccidente del departamento del Cesar, su cabecera está localizada a los 09º 58´34" de latitud norte y 73º 53´25" de longitud oeste, su altura sobre el nivel del mar es de 80 m y a una distancia a Valledupar de 90 Km. El área municipal es de 578 Km 2 que corresponden al 2.52% del área total del departamento del Cesar. Su s límites son: al norte con el Copey y Valledupar, por el este con Valledupar, por el sur con El Paso y el departamento del Magdalena y por el oeste con el departamento del Magdalena.

El proyecto estará localizado en diferentes calles y carreras del municipio de Bosconia, Cesar las cuales son las siguientes

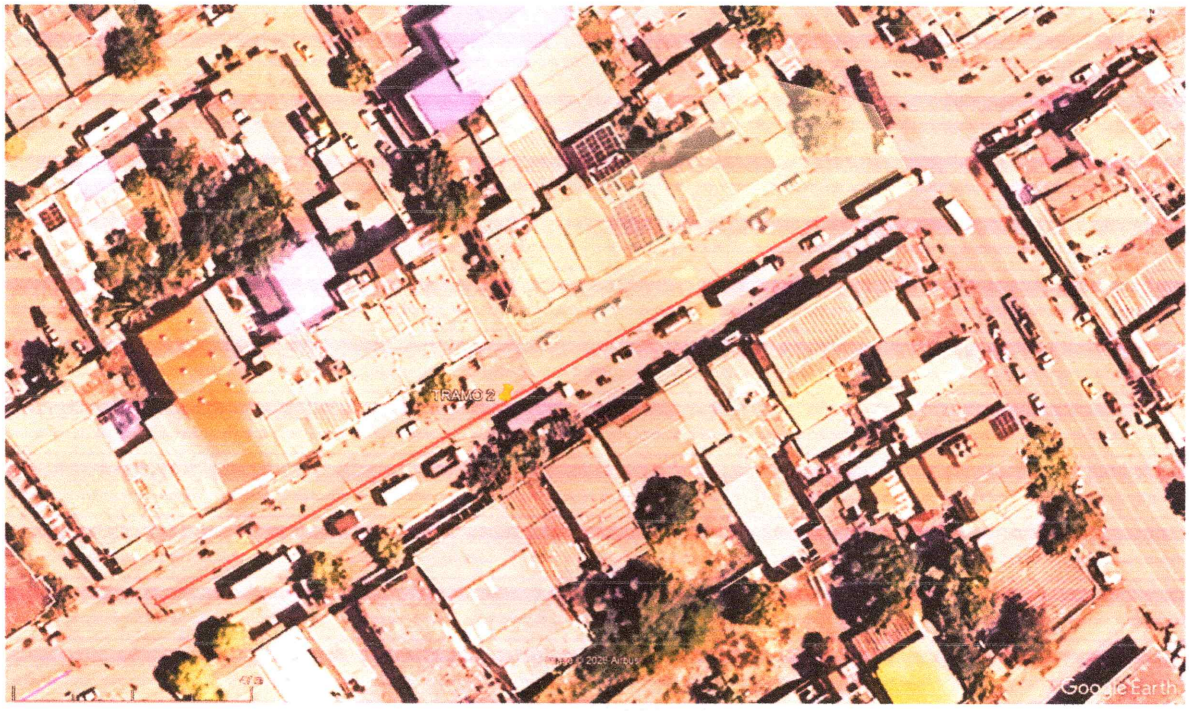
Figura 1. Municipio de Bosconia



Fuente: geoportal.igac.gov.co

TRAMO 1: CALLE 18 ENTRE CARRERA 18ª Y 18





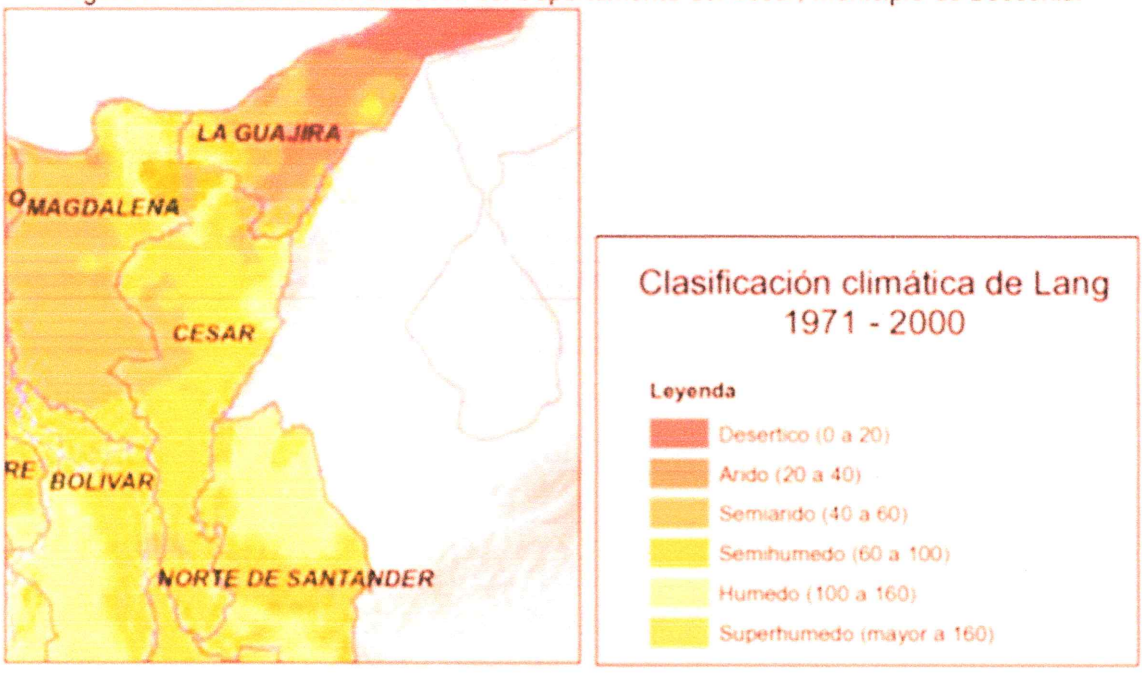
RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTEN

Para el análisis climatológico del corredor vial urbano en estudio y de las áreas de drenaje aferente a él, se recopiló información de la zona en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), específicamente para la precipitación. Los datos climatológicos se obtuvieron a través de la consulta del EOT de los municipios, de la página web del municipio de Bosconia y Valledupar, de la página de la Corporación Autónoma del Cesar (CORPOCESAR) y del atlas climatológico de Colombia realizado por el IDEAM.

PARÁMETROS CLIMATOLÓGICOS

La zona de estudio presenta un clima cálido Semiár ido, con temperaturas superiores a los 24ºC y una altura promedio de 200 m.s.n.m. El promedio de lluvias es de 1.030 mm. Anuales.

Figura N° 2. Clasificación Climática del Departamento del Cesar, Municipio de Bosconia.



Fuente: IDEAM, editado por el Autor

ANÁLISIS TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN

En el municipio de Bosconia, se distinguen dos periodos climáticos: ligeras lluvias entre los meses de abril a junio que se intensifican durante los meses de septiembre a noviembre; el período seco se presenta en los meses de diciembre a febrero y de junio a agosto. Generalmente la intensidad de las lluvias es alta ocasionando fuertes inundaciones durante la época de invierno.

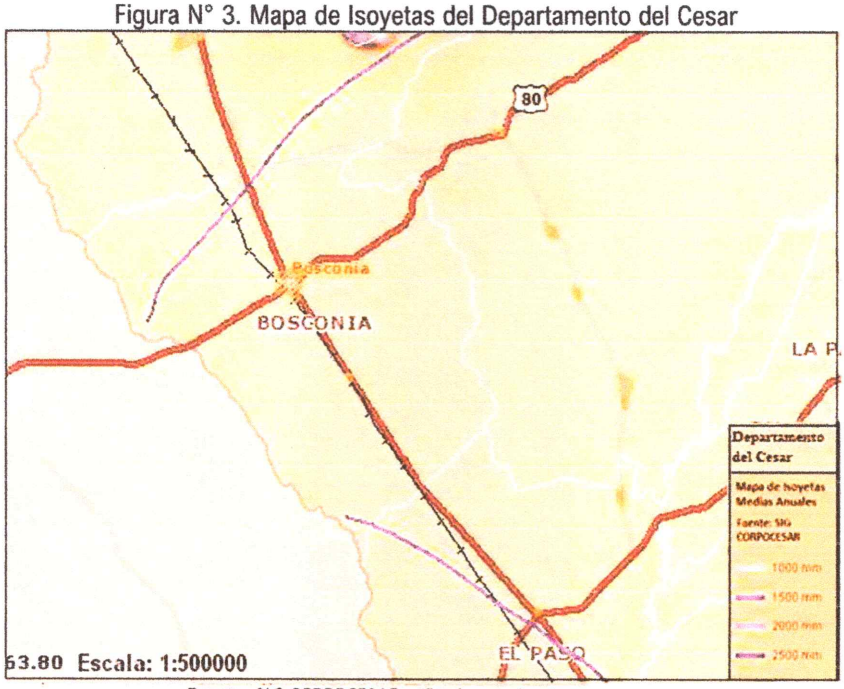
ANALISIS ESPACIAL DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS

Se usaron los datos proporcionados por el SIG ofrecido en la página web de la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR).

Precipitación

Se presenta valores de precipitación medio anual de 1500 mm ubicados al norte del municipio de Bosconia en los límites con el municipio del Copey, al sur se registra el mismo promedio anual de precipitación. (Figura 3).

Figura N° 3. Mapa de Isoyetas del Departamento del Cesar



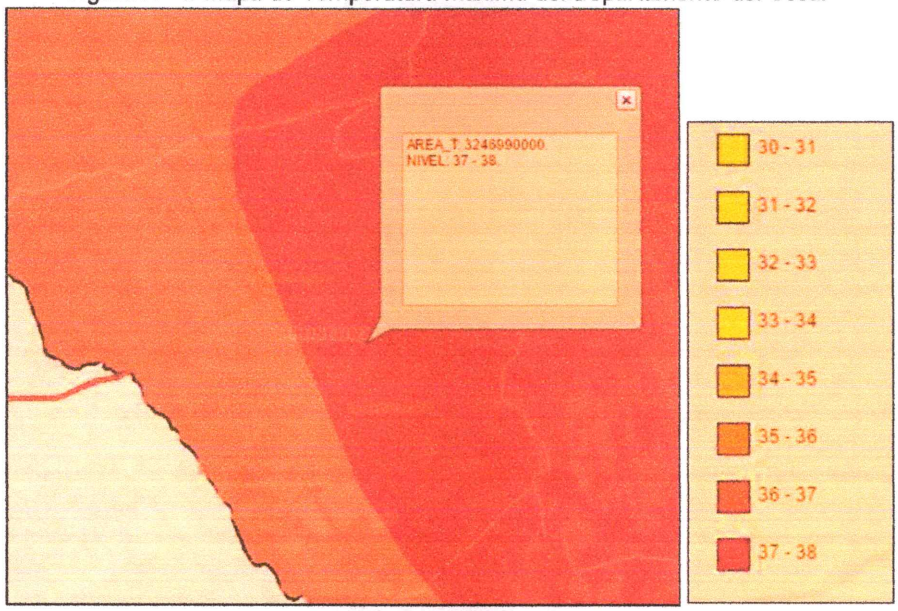
Fuente: SIG CORPOCESAR, editado por el autor

Temperatura

La temperatura varía ligeramente en la región puesto que se encuentra en la zona de dominios tropicales, donde las características generales del clima son elevadas temperaturas y escasa oscilación térmica anual (IDEAM, 2005). (Figura 4)

En torno a las temperaturas medias y temperaturas máximas, se presenta un aumento de temperaturas en la zona oriental del municipio de Bosconia (T. media: >24 °C; Rango T máx.: 37 – 38 °C) disminuyen do hacia el occidente del municipio. Con una clasificación climática Cálido S eco (IDEAM, 2005).

Figura N° 4. Mapa de Temperatura Máxima del Departamento del Cesar



FUENTE: SIG – CORPOCESAR

Humedad Relativa

Los valores de humedad relativa (Figura 5) disminuyen de Oeste a Este; se presentan mayores porcentajes de humedad al occidente del municipio de Bosconia, (Rango %H: 75 – 80%) sobre la cuenca del Rio Ariguaní, disminuyendo hacia el occidente sobre el valle medio del Río Cesar alcanzando valores entre 70– 75%.

Figura N° 5. Mapa de Humedad Relativa del Departamento del Cesar

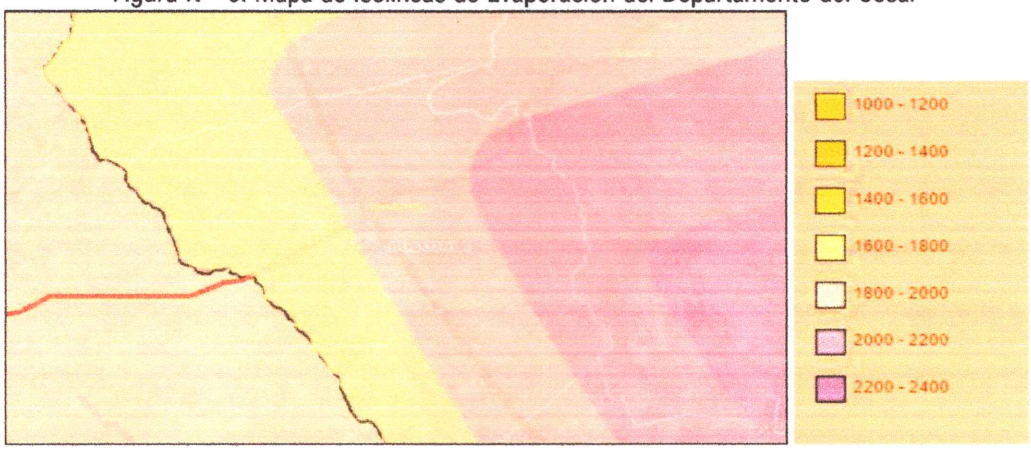


Evaporación

Se observa un aumento gradual de la evaporación de occidente a oriente del municipio de Bosconia en correspondencia con a la disponibilidad de agua presente, además de la mayor

temperatura y brillo solar que se presenta en la región. En la zona Oeste (Cuenca del rio Ariguaní) se presenta los mínimos de evaporación (ETo Rango: 1600 – 1800 mm) aumentando su valor dirección este, alcanzando sus máximos valores al oriente del municipio (ETo Rango: 2000 – 2200 mm). (Figura 6).

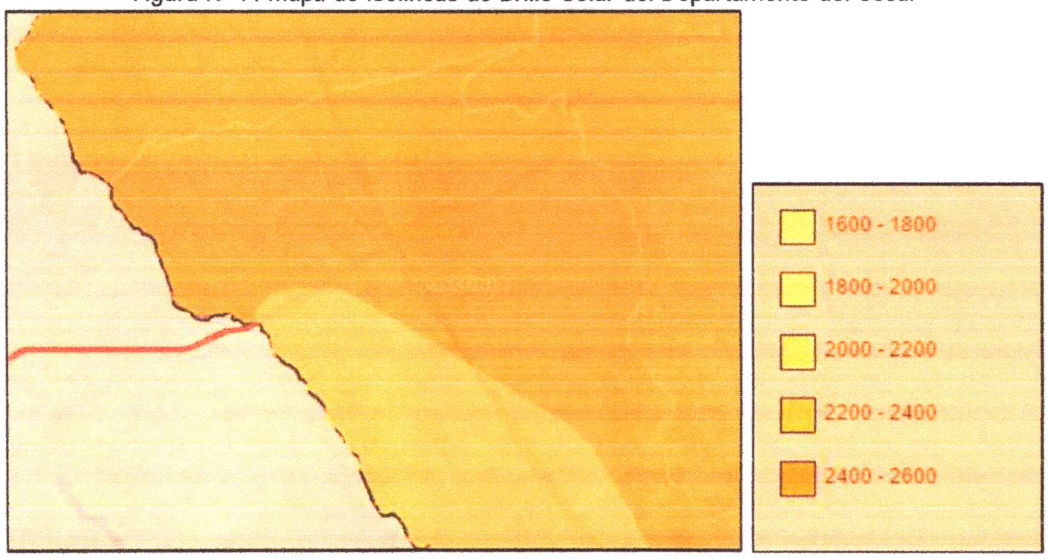
Figura N° 6. Mapa de Isolíneas de Evaporación del Departamento del Cesar



Brillo Solar

La zona presenta (Figura 7), debido a su posición geográfica una gran disponibilidad del recurso solar, la zona sur del municipio de Bosconia presenta valores entre 2200 a 2400 horas de radiación solar y presenta un aumento hacia el oriente sobre la cuenca media del Río Cesar, en la cual se presentan los máximos valores (Brillo Solar Rango: 2400 – 2600 horas).

Figura N° 7. Mapa de Isolíneas de Brillo Solar del Departamento del Cesar



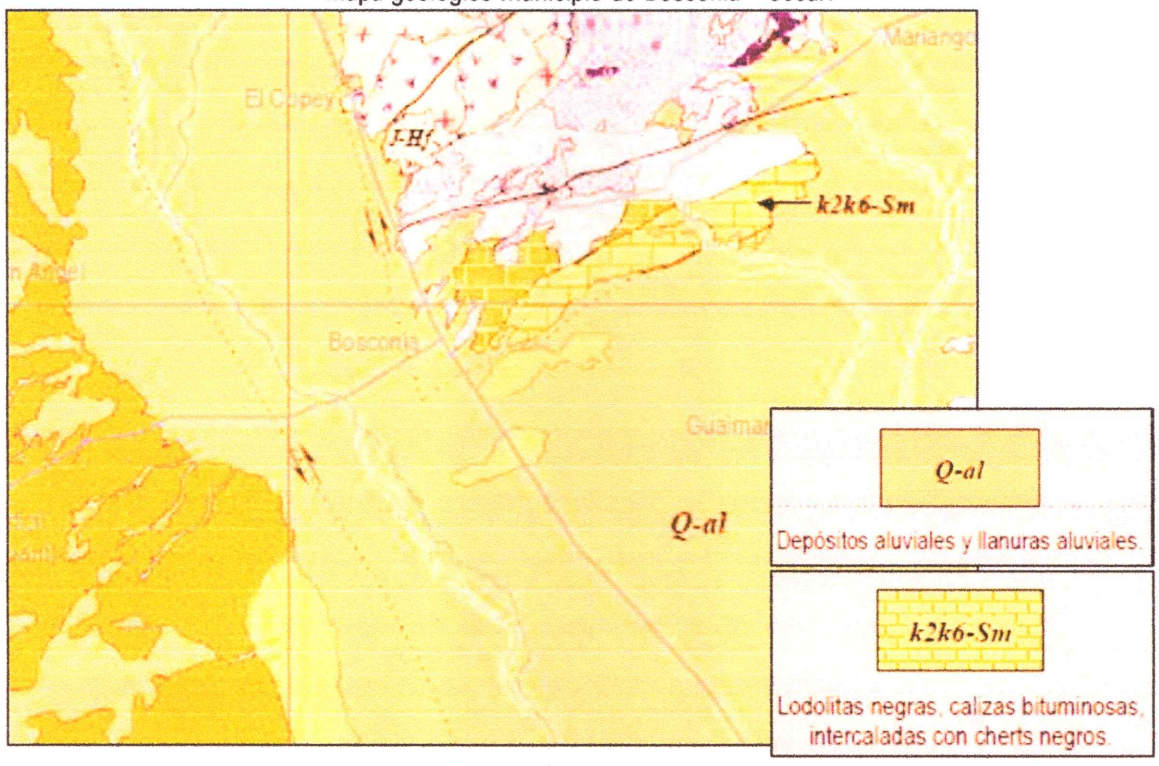
GEOLOGIA

Se realizó la revisión bibliográfica de información geológica, geomorfológica y de uso de suelos, provista por diversos trabajos de investigación geológica, ambiental y de la información provista por el Atlas Ambiental del Cesar (2000), la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR) y el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Bosconia.

GEOLOGÍA MUNICIPIO DE BOSCONIA

En el área de estudio que corresponde al municipio de Bosconia, se extienden superficialmente y en el subsuelo depósitos y llanuras aluviales, también se presentan lodolitas negras, calizas bituminosas, intercaladas con cherts negros.

Mapa geológico municipio de Bosconia – Cesar.



Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

RED HIDROGRÁFICA

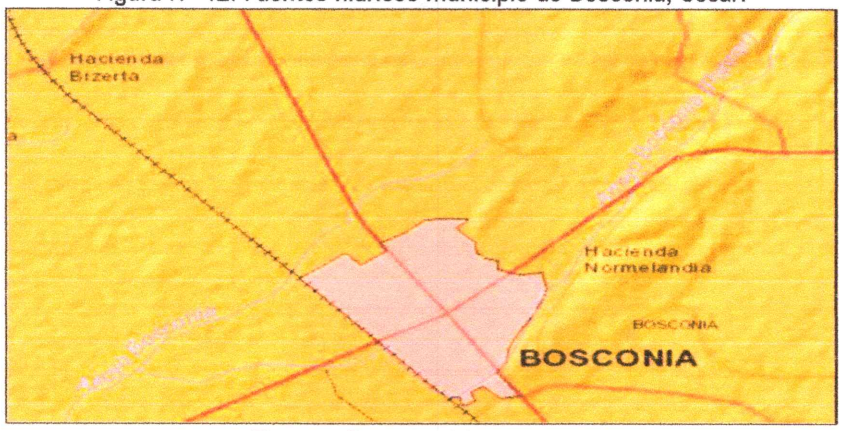
Se realizó la revisión bibliográfica de información hidrológica, provista por diversos trabajos de investigación ambiental y de la información provista por el Atlas Ambiental del Cesar (2000), la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR) y el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Bosconia.

FUENTES HÍDRICAS SUPERFICIALES

La principal fuente hídrica de Bosconia es el río Ariguaní que cruza al Municipio, por el oeste; nace en la Sierra Nevada de Santa Marta convirtiéndose en límite acuífero entre el Departamento del Cesar y el Departamento del Magdalena.

Este importante río es el receptor de numerosos afluentes como: El arroyo de mallorquín, el Jobo, Las Muelas, Garrapaso, Espíritu Santo, Mata de Corral y la Quebrada de las Pavas.

Figura N° 12. Fuentes hídricos municipio de Bosconia, Cesar.



Fuente: Geoportal.igac.gov.co

CUENCA ARIGUANI.

Principal afluente del río Cesar nace en el occidente de la cuchilla de San Quintín a 2.050 m.s.n.m. al suroccidente de la Sierra Nevada de Santa Marta. En su recorrido sirve de límite de los Departamento de Magdalena y Cesar y, en su recorrido se alimenta de los ríos Chimila y Ariguanicito al igual que numerosos arroyos y quebradas.

La cuenca del rio Ariguaní en la municipalidad posee 7 subcuencas siendo la masa grande las del arroyo Las Mulas en límites con el municipio de Valledupar y el arroyo Bosconia.

SUBCUENCAS HIDROGRAFICAS			
No	**SUBCUENCA**	**AREA (Has)**	**%**
1	QUEBRADA ARENA	1362,86	2,33
2	MAIZ MOROCHO	168,88	0,29
3	LAS PAVAS	5422,43	9,25
4	BOSCONIA	17331,37	29,57
5	PREVENCION	7027,25	11,99
6	GUAYACAN	7646,85	13,05
5	LASA MULAS	19.647,48	33,52
TOTAL RURAL		58607,12	100

LOCALIZACIÓN DE CAUCES PERMANENTES

Río Ariguaní: Es la cuenca más grande del macizo de Sierra Neva da de Santa Marta: nace en el Cerro Alguacil en el Municipio de Pueblo Bello y cruza los Municipios de Valledupar – El Copey, Bosconia, El Paso, Ariguaní (Magdalena) y Astrea en el departamento del Cesar. Esta cuenca tiene un área total de 454.825 hectáreas

Este río tiene un buen caudal de aguas en su zona alta y media, aún en épocas de verano, pero en su zona baja disminuye su caudal debido a un alto porcentaje de sedimentación y prácticamente se saca en época de verano.

Acequina O Canal Garces (Sara): Sale del río Ariguaní en la vereda Tropezón en la Finca El Jardín, y después de un gran recorrido de varias fincas sus aguas van a caer nuevamente al río en la Vereda Puerto Lajas- su cauce se observó seco en la época del fenómeno del niño.

Manantiales Permanentes

- **El Edén:** Ubicado en la vereda El Edén
- **David:** Ubicado entre la Vereda La Fortuna y el Prado
- **La ISABEL:** Ubicado en finca La Isabel vereda La Fortuna (agua Linda)
- **Duranio:** Ubicado en finca Durania Vereda Alto de Mina.
- **La Esmeralda:** Ubicado en finca Esmeralda Vereda Alto de Mina.
- **El socorro:** Ubicado en finca El Socorro vereda Boca Tigre
- **La Maravilla:** Ubicado en finca las maravillas vereda La Fortuna

Humedades: Humedad La Esmeralda localizada en la finca La Esmeralda a unos 3 kms del Municipio al lado de la Carretera Nacional vía Bosconia-Copey-Barranquilla.

LOCALIZACION DE CAUCES TRANSITORIO O DE INVIERNO

Se le llaman transitorios porque todos se sacan en verano se incluyen aquí todos los arroyos.

Arroyo El Tonto: Cruza la finca el Sará y desemboca en el río Ariguaní en la vereda Puerto Lajas.

Arroyo Mallorquín: Recoge las aguas del Arroyo; Las Pavas y las de escorrentía de los carros y las llegan al río en la vereda El Tropezón.

Arroyo Las Pavas: Recoge aguas de escorrentía de Alto de Minas y desemboca en el arroyo Mayorquín.

Arroyo Bosconia: Llamado también El Palmar, recoge las aguas de escorrentía de pequeñas laderas de la vereda La Fortuna, cruza el sector Urbano de Bosconia y desemboca en el Arroyo Mallorquín.

Arroyo El Jobo: Recoge aguas de escorrentías en la vereda La Fortuna, cruza la finca aguas lindas y otras haciendas en vereda Boca de Tigre, cruza la Carretera Nacional hacia la vereda El Tropezón y va a desembocar al Arroyo Mayorquín.

Arroyo Aguas Lindas: Se forma con aguas de escorrentías a la hacienda aguas lindas en la vereda La Fortuna, cruza varias fincas en vereda Boca de Tigre, Nueva Idea y lleva sus aguas al Arroyo espíritu santo en la vereda Loma Linda.

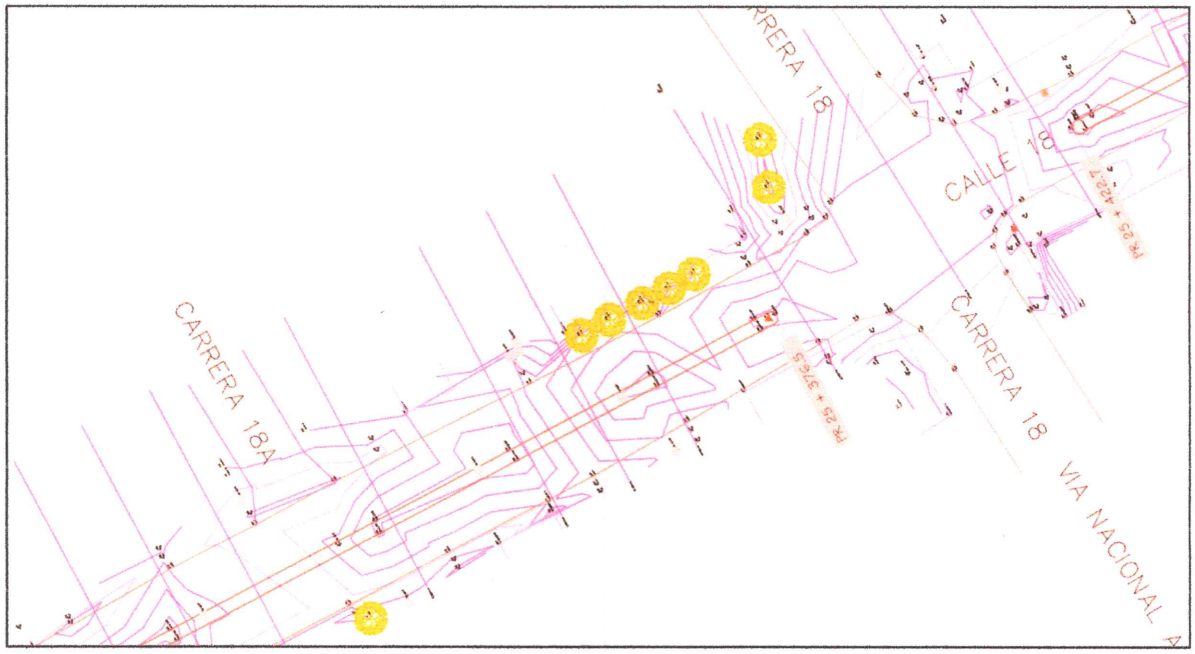
Arroyo Manantiales: Se forma a partir de aguas de escorrentía en la Loma manantiales en la vereda Nueva Idea, cruza hacia vereda Loma Linda y desemboca en el Arroyo Espíritu santo.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El área específica a la cual hace referencia este documento es al tramo que va desde la calle 18 entre carrera 18ª y 18. Se muestran los planos vista en planta de la vía a intervenir.

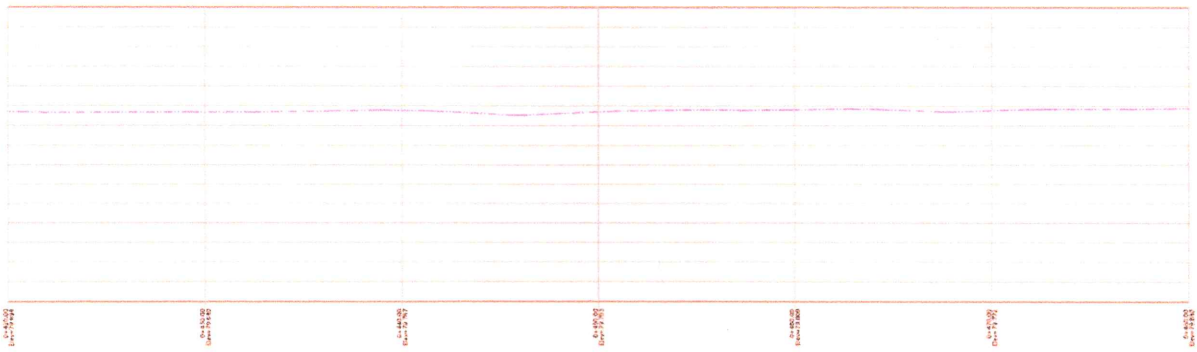
VISTA EN PLANTA

Tramo 1: CALLE 18 ENTRE CARRERA 18ª Y 18



VISTA EN PERFIL

Tramo 1: CALLE 18 ENTRE CARRERA 18ª Y 18



ANÁLISIS DE LLUVIAS Y CLIMATOLÓGICO

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA ZONA DE ESTUDIO

La estación utilizada en el estudio fue la estación pluviométrica BOSCONIA de propiedad del IDEAM. Los caudales se estimaron por el método racional, ya que las áreas aferentes son menores.

Para el estudio hidrológico se adquirieron los datos de precipitación de la estación perteneciente al IDEAM con el fin de realizar una descripción general del régimen de lluvias en el sitio de interés, la ubicación de la estación de influencia se presenta en la siguiente Tabla.

Tabla 1. Estación Pluviométrica utilizada

Código	Nombre	Categoría	Latitud	Longitud	Elevación	Operada
28040030	BOSCONIA	PLUVIOMETRICA	997.575	-7.388.175	130	IDEAM

Fuente: IDEAM.

PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA DE VALORES MÁXIMOS DE PRECIPITACIÓN Y CAUDAL.

El análisis de frecuencias de precipitación de los datos hidrológicos se realizó para determinar la probabilidad de precipitación esperada para la zona de estudio. A continuación, se presentan la precipitación estimada basada en registros procedentes de las estaciones del IDEAM seleccionadas y anteriormente presentadas en el estudio.

PRECIPITACIONES (mm)													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Maxima
2000	3	0	12	51	44	44	33	25	15	24	58	32	**58**
2001	0	0	7	30	32	60	133	30	122	97	26	31	**133**
2002	0	19	15	54	37	20	45	29	29	23	37	60	**60**
2003	0	12	53	40	45	35	30	35	56	45	85	15	**85**
2004	18	12	7	85	63	23	36	27	68	27	50	8	**85**
2005	40	22	21	51	71	45	45	33	5	18	35	3	**71**
2006	55	16	31	452	19	392	702	10	20	28	47	7	**702**
2007	0	18	17	18	50	8	32	36	32	30	15	7	**50**
2008	0	5	61	55	52	0	51	17	82	36	130	1	**130**
2009	8	11	79	80	20	37	150	80	88	80	170	35	**170**
2010	0	15	56	50	62	85	85	153	67	99	140	98	**153**
2011	20	45	50	99	95	160	170	85	75	160	70	40	**170**
2012	0	0	98	80	92	30	30	60	80	80	85	501	**501**
2013	50	30	60	70	0	0	0	18	52	35	33	19	**70**
2014	7	8	20	26	27	25	31	42	40	46	63	17	**63**
2015	17	4	30	36	27	8	28	28	68	16	63	1	**68**
2016	2	0	22	58	37	27	70	18	29	33	70	17	**70**
2017	0	6	38	78	54	41	56	49	34	45	46	7	**78**
2018	17	7	28	66	52	15	12	64	51	89	17	8	**89**
2019	3	6	16	31	66	6	9	41	32	26	49	11	**66**
2020	31	14	13	74	61	66	29	23	46	44	35	1	**74**
2021	0	37	7	71	32	32	27	99	61	47	38	5	**99**
2022	0	59	58	48	13	77	30	45	62	96	32	0	**96**
2023	55	0	35	63	115	110	51	22	41	42	48	15	**115**
2024	10	20	30	33	57	76	32	81	66	40	57	5	**81**
2025	42	20	18	125	20	0	0	0	0	0	0	0	**125**
Maxima	55	59	98	452	115	392	702	153	122	160	170	501	

Precipitación maxima anual en 24 horas

AÑO	MAX (mm)
2000	58
2001	133
2002	60
2003	85
2004	85
2005	71
2006	702
2007	50
2008	130
2009	170
2010	153
2011	170
2012	501
2013	70
2014	63
2015	68
2016	70
2017	78
2018	89
2019	66
2020	74
2021	99
2022	96
2023	115
2024	81
2025	125

Estimación de curvas IDF Intensidad – Duración – Frecuencia

La metodología simplificada de cálculo de las curvas intensidad – duración – frecuencia se debe llevar a cabo siempre y cuando no se disponga de datos históricos de precipitación de corta duración (datos pluviográficos).

Para Colombia se propone el método que se presenta en la referencia bibliográfica (2.15). En este estudio se dedujeron curvas intensidad-duración-frecuencia por correlación con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas, el número promedio de días de lluvia al año, la precipitación total media anual y la elevación de la estación.

La mejor correlación obtenida, sin embargo, fue la que se obtuvo con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas en una estación, y es la que se propone para los estudios, además de que es la más sencilla de utilizar.

La expresión resultante está dada por:

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

Donde:

i: Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h).

T: Periodo de retorno, en años.

M: Precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual

t: Duración de la lluvia, en minutos (min).

a, b, c, d: Parámetros de ajuste de la regresión. Estos parámetros fueron regionalizados como se presenta en la Figura 2.13, y sus valores se presentan en la Tabla 2.12.

Tabla 2.12.- Valores de los coeficientes a, b, c y d para el cálculo de las curvas intensidad-duración-frecuencia IDF, para Colombia.

REGIÓN	R	a	b	c	d
Andina	R1	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe	R2	24.85	0.22	0.50	0.10
Pacífico	R3	13.92	0.19	0.58	0.20
Orinoquia	R4	5.53	0.17	0.63	0.42

Instituto Nacional de Vías Manual de Drenaje para Carreteras

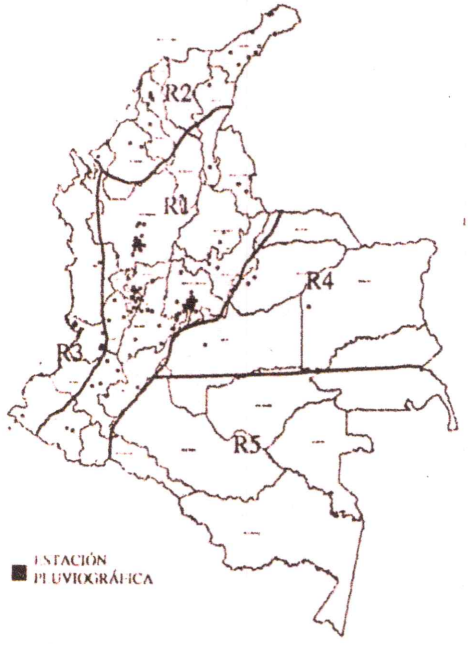


Figura 2.13. - Regiones en Colombia para definición de parámetros a, b, c y d

Curva IDF estación BOSCONIA

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la estimación de las curvas IDF para los diferentes periodos de retorno.

Análisis de Frecuencia

Tomando como base las series anuales de valores máximos de precipitación en 24 horas, se desarrollaron los análisis de frecuencia y se ajustaron las series anuales a diferentes distribuciones de frecuencias, tales como: Normal, Log – Normal, Pearson Tipo III, Log – Pearson Tipo III, Gumbel Tipo I y Gumbel que permitieron determinar las precipitaciones máximas, de acuerdo a la distribución que presentó el mejor ajuste para los diferentes períodos de retorno, por medio de la prueba de log y con el análisis gráfico de las mismas. A continuación, se presenta el análisis de frecuencia para la estación analizada:

De los datos de la estación BOSCONIA con código 28040030 se obtiene el siguiente análisis de precipitación máxima en 24 horas a nivel anual:

n°	AÑO	MAX (mm)	PRECIPITACION (mm)	
			Xi	(Xi-X)^2
1	2000	58	58,0	5697,23
2	2001	133	133,0	0,23
3	2002	60	60,0	5399,31
4	2003	85	85,0	2350,31
5	2004	85	85,0	2350,31
6	2005	71	71,0	3903,75
7	2006	702	702,0	323214,99
8	2007	50	50,0	6968,91
9	2008	130	130,0	12,11
10	2009	170	170,0	1333,71
11	2010	153	153,0	381,03
12	2011	170	170,0	1333,71
13	2012	501	501,0	135070,95
14	2013	70	70,0	4029,71
15	2014	63	63,0	4967,43
16	2015	68	68,0	4287,63
17	2016	70	70,0	4029,71
18	2017	78	78,0	3078,03
19	2018	89	89,0	1978,47
20	2019	66	66,0	4553,55
21	2020	74	74,0	3537,87
22	2021	99	99,0	1188,87
23	2022	96	96,0	1404,75
24	2023	115	115,0	341,51
25	2024	81	81,0	2754,15
26	2025	125	125,0	71,91

Calculo de variables probabilisticas

En este subapartado se detallan los cálculos realizados de algunas variables probabilísticas, así como el significado de cada uno de estos parámetros. Como datos de partida se han

utilizado los datos máximos anuales de precipitación de la estación estudiada, los cuales de denotan como xi. A partir de estos valores, vistos en el registro histórico anterior, se calculan las variables probabilísticas siguientes:

- **Xmed:** media de los valores máximos anuales (xi) de precipitación diaria mensual según el número de datos disponibles (n).

$$X_{med} = \frac{\sum x_i}{n}$$

- **S:** desviación estándar de los valores máximos anuales (xi) de precipitación diaria mensual según el número de datos disponibles (n).

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - X_{med})^2}{n-1}}$$

- **CV**: coeficiente de variación.

$$C_V = \frac{S}{X_{med}}$$

Se obtuvieron los siguientes resultados

Xmed (mm): 133,48
S(mm): 144,81
Cv (mm): 1,08

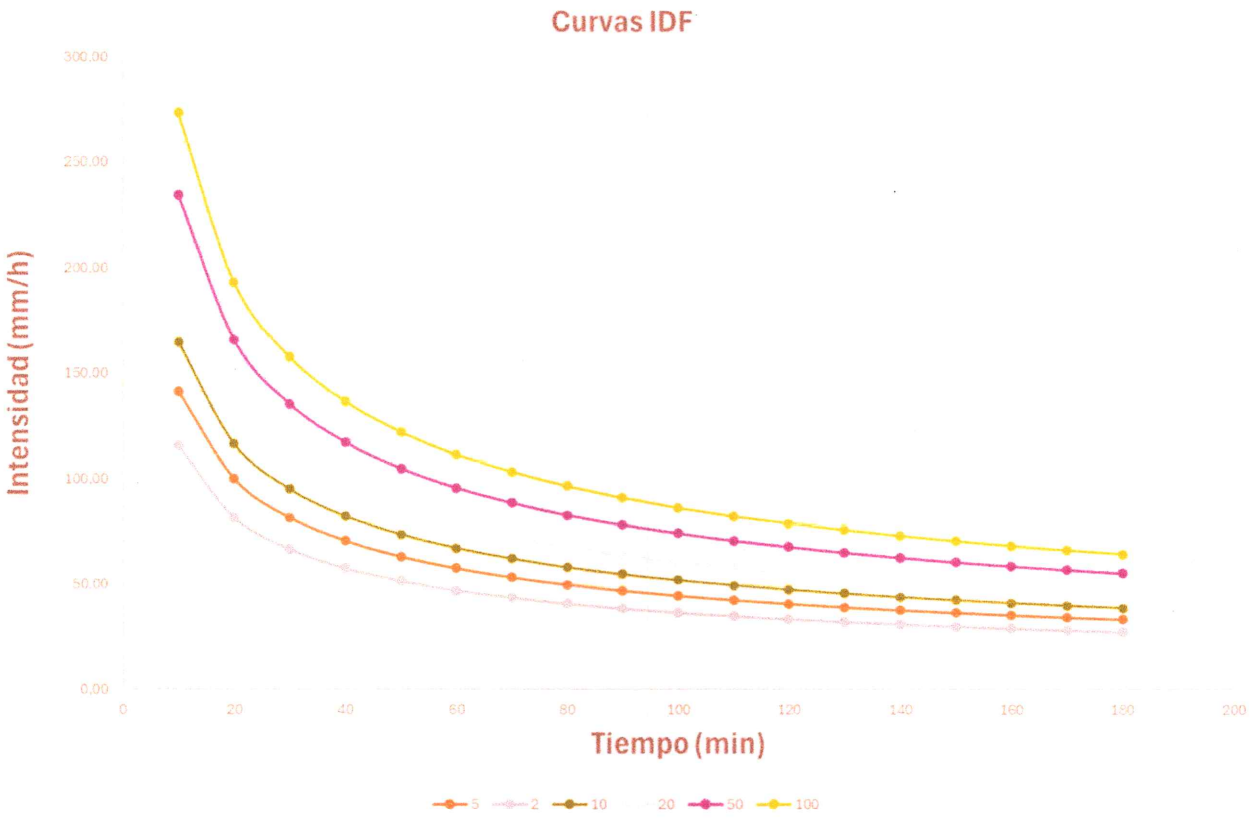
Al aplicar la fórmula regionalizada de las curvas IDF para Colombia, y cambiar sus parámetros para la región No. 2 se obtiene la siguiente ecuación:

$$I = \frac{24.85 * T^{0.22} * 133.48^{0.610}}{\left(\frac{t}{60}\right)^{0.5}}$$

Al reemplazar los valores del tiempo de retorno (T), y la duración (t) se obtiene la siguiente tabla:

tiempo (min)	PERIODO DE RETORNO (T)					
	2	5	10	20	50	100
10	115,63	141,45	164,75	191,90	234,75	273,42
20	81,76	100,02	116,50	135,69	166,00	193,34
30	66,76	81,67	95,12	110,79	135,53	157,86
40	57,81	70,73	82,38	95,95	117,38	136,71
50	51,71	63,26	73,68	85,82	104,98	122,28
60	47,21	57,75	67,26	78,34	95,84	111,63
70	43,70	53,46	62,27	72,53	88,73	103,34
80	40,88	50,01	58,25	67,85	83,00	96,67
90	38,54	47,15	54,92	63,97	78,25	91,14
100	36,56	44,73	52,10	60,68	74,24	86,46
110	34,86	42,65	49,68	57,86	70,78	82,44
120	33,38	40,83	47,56	55,40	67,77	78,93
130	32,07	39,23	45,69	53,22	65,11	75,83
140	30,90	37,80	44,03	51,29	62,74	73,08
150	29,86	36,52	42,54	49,55	60,61	70,60
160	28,91	35,36	41,19	47,97	58,69	68,36
170	28,04	34,31	39,96	46,54	56,94	66,32
180	27,25	33,34	38,83	45,23	55,33	64,45

A partir de estos datos se obtienen las curvas de Intensidad- Duración-Frecuencia para diferentes periodos de retorno, las cuales se muestran a continuación:



ANÁLISIS DE CAUDALES

MÉTODO RACIONAL

El método racional presenta una concepción sencilla y está restringido a áreas menores de 20 km², poco heterogéneas en sus propiedades, por lo tanto, se utilizó este método para determinar el caudal en este estudio, debida a que estos se encuentran asociados a las aguas de escorrentía provenientes de la zona urbana. Esta metodología se atribuye generalmente a Kuicling (1888) y a Lloyd Davis (1906), pero ya Mulvaney (1851) había explicado claramente las bases de su fundamentación en un artículo.

El método racional parte de la definición del coeficiente de escorrentía C, valor adimensional, el cual se puede definir como la relación entre el volumen de escorrentía superficial, VE, y el volumen de precipitación total, Vp, ambos expresados en m3, así:

$$C = \frac{V_{Escorrentia\ Superficial}}{V_{Precipitación\ Total}} = \frac{V_E}{V_P} = \frac{\frac{V_E}{t}}{\frac{V_P}{t}}$$

Ahora bien:

$$\frac{V_E}{t} = Q_E$$

y:

$$\frac{V_P}{t} = i\,A$$

Donde:
Q_E: Caudal de escorrentía superficial, en metros cúbicos por segundo (m3/s).
i: Intensidad de precipitación, en metros por segundo (m/s).
t: Tiempo de duración de la lluvia, en segundos (s).
A: Área de drenaje de la hoya hidrográfica, en metros cuadrados (m2).
Entonces:

$$C = \frac{Q_E}{i\,A}$$

El numerador representa el volumen de escorrentía superficial por unidad de tiempo de duración de la lluvia y el denominador representa el volumen de lluvia por unidad de tiempo de esta duración.

$$Q_E = C\ i\ A$$

Al utilizar la fórmula racional, se supone que el caudal QE toma un valor de caudal máximo (pico) QP, cuando, debido a una cierta intensidad de lluvia sobre el área de drenaje, es producido por esa precipitación que se mantiene por un tiempo igual al periodo de concentración del caudal en el punto en consideración. Teóricamente, éste es el tiempo de

concentración, el cual se define como el tiempo requerido para que la escorrentía superficial fluya desde la parte más remota de la hoya hasta el punto de interés. Entonces, QP corresponde a una lluvia de intensidad i sobre un área de drenaje A, lluvia ésta que dure, como mínimo, un tiempo tal que toda el área de drenaje contribuya a la escorrentía superficial, siendo QP el caudal máximo de escorrentía superficial, el cual está dado por:

$$Q_p = C\ i\ A$$

Ahora bien, si A está dado en km2 , i en mm/h y Qp en m3 /s, la anterior ecuación queda igual a:

$$Q_p = 0.278\ C\ i\ A$$

Q: Caudal pico efectivo (m^3/s)
C: Coeficiente de escorrentía (adimensional).
i: Intensidad de la precipitación expresada en (mm/h)
A: Área de drenaje de la cuenca expresada en (km^2)

PERIODO DE RETORNO DE DISEÑO EN OBRAS DE DRENAJE VIAL

Se adoptó el siguiente periodo de retorno para el cálculo de caudales máximos instantáneos anuales en obras de drenaje vial:

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)[1]
Cunetas	5
Zanjas de Coronación[2]	10
Estructuras de Caída[2]	10
Alcantarillas de 0.90 m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.90 m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10 m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m	50
Puentes de luz mayor o Igual a 50 m	100
Drenaje subsuperficial	2

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA:

La evaluación del coeficiente de escorrentía se realizó con base en los coeficientes de escorrentía presentados en el manual de drenaje – INVIAS, para este tipo de zona y la cobertura del suelo de esta área:

Valores del coeficiente de escorrentía en áreas urbanas

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C
PRADOS	
Suelos arenosos, planos, 2%	0.05 - 0.10
Suelos arenosos, promedio, 2 -7 %	0.15 - 0.20
Suelos pesados (arcillosos), planos, 2%	0.13 - 0.17
Suelos pesados (arcillosos), promedio, 2 -7 %	0.18 - 0.22
Suelos pesados (arcillosos), pendientes, 7%	0.25 - 0.35
DISTRITOS COMERCIALES	
Áreas de centro de ciudad	0.70 - 0.95
Áreas vecinas	0.50 - 0.70
RESIDENCIAL	
Casas individuales separadas	0.30 - 0.50
Casas multifamiliares separadas	0.40 - 0.60
Casas multifamiliares unidas	0.60 - 0.75
Suburbana	0.25 - 0.40
Áreas de apartamentos de vivienda	0.50 - 0.70
INDUSTRIAL	
Áreas livianas	0.50 - 0.80
Áreas pesadas	0.60 - 0.90
PARQUES CEMENTERIOS	0.10 - 0.25
CAMPOS DE JUEGOS	0.20 - 0.35
ÁREAS DE PATIOS DE FERROCARRILES	0.20 - 0.40
ÁREAS NO DESARROLLADAS	0.10 - 0.30
CALLES	
Asfaltadas	0.70 - 0.95
Concreto	0.80 - 0.95
Ladrillo	0.70 - 0.85
CALZADAS Y ALAMEDAS	0.75 - 0.85
TECHOS	0.75 - 0.95

Por lo tanto, se toma un coeficiente de **0,85** número equivalente para calles en revestimiento de concreto.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN:

Se define como el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que toda la hoya contribuya al sitio de la obra de drenaje en consideración, o, en otras palabras, el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la hoya hasta llegar a la salida de esta. En

general, el tiempo de concentración se calcula por medio de ecuaciones empíricas, dentro de las cuales se cuentan las siguientes:

Ecuación de Kirpich:

$$T_c = 0.06628\left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.77} \quad [2.1]$$

Donde: T_c: Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: Pendiente entre las elevaciones máxima y mínima (pendiente total) del cauce principal, en metros por metro (m/m).

Ecuación de Témez:

$$T_c = 0.30\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76} \quad [2.2]$$

Donde: T_c: Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).

Ecuación del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos:

$$T_c = 0.28\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76} \quad [2.9]$$

Donde: T_c: Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: Pendiente total del cauce principal, en metros por metro (m/m).

De acuerdo con el tiempo de concentración se obtienen nuevamente las intensidades.

DESCRIPCION	L (m)	KIRPICH (min)	TEMEZ (min)	US CORPS OF ENGINEERS (min)	PROMEDIO (min)
TRAMO 1	72.5	13.8	21.3	19.9	18.3

tiempo (min)	PERIODO DE RETORNO (T)					
	2	5	10	20	50	100
10	115.63	141.45	164.75	191.90	234.75	273.42
18.3	85.47	104.56	121.79	141.85	173.53	202.12
20	81.76	100.02	116.50	135.69	166.00	193.34
30	66.76	81.67	95.12	110.79	135.53	157.86
40	57.81	70.73	82.38	95.95	117.38	136.71
50	51.71	63.26	73.68	85.82	104.98	122.28
60	47.21	57.75	67.26	78.34	95.84	111.63
70	43.70	53.46	62.27	72.53	88.73	103.34
80	40.88	50.01	58.25	67.85	83.00	96.67
90	38.54	47.15	54.92	63.97	78.25	91.14
100	36.56	44.73	52.10	60.68	74.24	86.46
110	34.86	42.65	49.68	57.86	70.78	82.44
120	33.38	40.83	47.56	55.40	67.77	78.93
130	32.07	39.23	45.69	53.22	65.11	75.83
140	30.90	37.80	44.03	51.29	62.74	73.08
150	29.86	36.52	42.54	49.55	60.61	70.60
160	28.91	35.36	41.19	47.97	58.69	68.36
170	28.04	34.31	39.96	46.54	56.94	66.32
180	27.25	33.34	38.83	45.23	55.33	64.45

Realizando las diferentes ecuaciones empíricas para determinar el tiempo de concentración, podemos observar los diferentes tiempos necesarios para drenar toda el agua desde el inicio de la precipitación.

ESTUDIO HIDRÁULICO

El valor de intensidad fue tomado a partir de la curva IDF calculada para la estación BOSCONIA. Estos valores equivalen a 141.45 mm/h, para una lluvia con una intensidad de 76 minutos y un periodo de retorno de 5 años.

Para realiza el estudio Hidráulico se utiliza el ancho de la vía como la superficie donde se va a transportar el caudal generado por la escorrentía, se optó por determinar las dimensiones de la estructura al área aferente delimitada y se aplicó la ecuación de Manning para determinar el caudal que puede transportar la vía, cuya ecuación se muestra a continuación.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Siendo:

Q: Caudal de diseño, en metros cúbicos por segundo (m3/s).

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

A: Área mojada, en metros cuadrados (m2).

R: Radio hidráulico, en metros (m).

S: Pendiente, en metros por metro (m/m).

AREA DE DRENAJE

Se realizó la delimitación de las áreas de aporte y las líneas de flujo de las vías a intervenir de acuerdo con la topografía.

AREA DE DRENAJE 1:



Teniendo en cuenta las áreas de drenajes se obtienen los siguientes caudales.

DESCRIPCION	C	i (mm/hr)	AREA (m2)	AREA (km2)	Q (m3/s)
TRAMO 1	0.85	104.56	2215	0.00222	0.055

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS Y GEOMÉTRICAS DE LA VIA

TIPO	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS						
	b (m)	B (m)	H (m)	z	e (m)	n	L (m)
TRAMO 1	*0.40*	--	--	*0*	--	*0.013*	*72.5*
Longitud Total							72.5

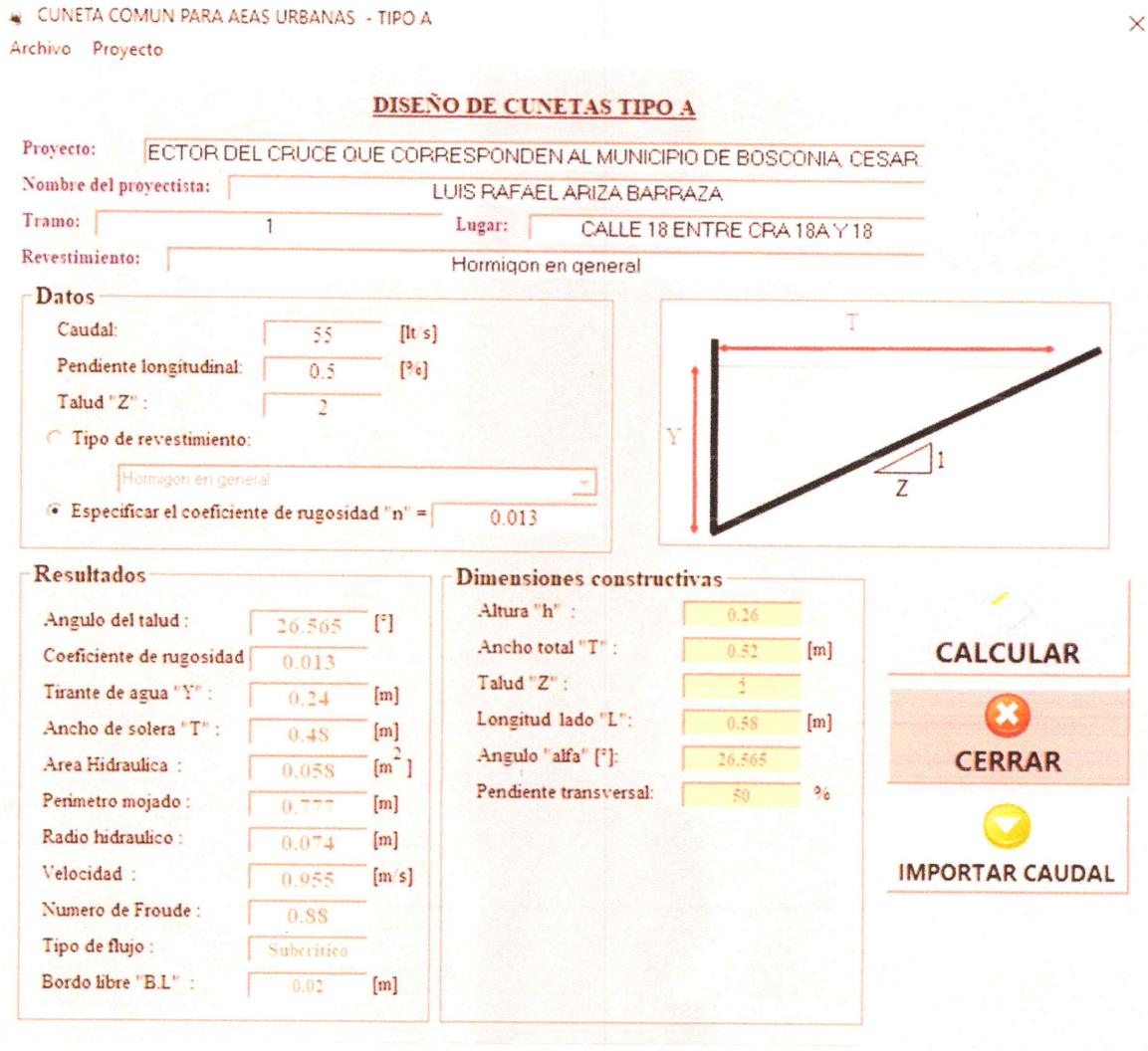
Se usa n: 0,013 debido al material de revestimiento el cual es concreto.

Revestimiento	Calidad Buena
Concreto vaciado en formaletas sin acabado	0,013
Concreto alisado a boca de cepillo	0,013
Concreto emparejado con llana	0,012
Mortero lanzado, sección buena	0,016
Piedras irregulares, unidas con mortero cemento	0,017
Mampostería de piedra bruta y mortero de cemento frisado	0,016

Excavado en:	Calidad Buena
Tierra, limpio de vegetación	0,016
Tierra, con hierba corta y pocas malezas	0,022
Suelo con alto contenido de grava, limpio	0,022
Tierra, sección irregular y muchas malezas	0,030
Tierra, con lados limpios de vegetación y fondo de grava	0,025
Tierra, con lados limpios de vegetación y fondo de cantos rodados	0,030
Roca lisa y con pocas irregularidades	0,035
Roca dentada y con muchas irregularidades	0,040
Canales sin mantenimiento con maleza densa de la misma altura del agua o mayor	0,080
Canales sin mantenimiento con fondo limpio y rastrojo y matorrales en los lados. Gastos Altos	0,050
Canales sin mantenimiento con fondo limpio y rastrojo y matorrales en los lados. Gastos Bajos	0,070

CALCULO DE DIMENSIONES DE LA CUNETA

El cálculo del tirante normal Y se realizó mediante el uso del software CALDREN.



De acuerdo el cálculo realizado mediante el software CALDREN podemos definir las secciones constructivas de las cunetas para que cumplan con el caudal requerido.

Se emplearán los siguientes datos para su construcción:

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS	
z	2.00
B(m)	0.50
H(m)	0.25

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se recomienda que no se disminuya la altura de la cuneta.
- Las pendientes viales no deben ser inferior a 0.005 m/m.
- La diferencia de nivel entre las terrazas de las viviendas y la cuneta debe ser minimo 10cm, para que los desagües pluviales de las mismas funciones adecuadamente durante una tormenta maxima.

LUIS RAFAEL ARIZA BARRAZA
Ingeniero Civil - M.P- 021037-0694690 ATL

Bosconia, Cesar, junio de 2026.

Señores:
Alcaldía municipio de Bosconia
Departamento del Cesar

Asunto: Certificación De Responsabilidad Estudio de hidrológico e hidráulico.

Certifico que he realizado y soy responsable del Estudio hidrológico e hidráulico del Proyecto de inversión denominado: "**CONSTRUCCION PRIMERA ETAPA DE LAS OBRAS DESTINADAS A LA SEGURIDAD VIAL Y LA MEJORA DE LA MOVILIDAD, MEDIANTE EL MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN Y EMBELLECIMIENTO DE ZONAS URBANÍSTICAS EN ANDENES, ESPACIO PÚBLICO Y EL BULEVAR CENTRAL DEL SECTOR DEL CRUCE EN EL MUNICIPIO DE BOSCONIA, CESAR**", a construirse en el Municipio de Bosconia, Departamento de Cesar, de acuerdo con la normatividad vigente del instituto nacional de vías (INVIAS), cuyos resultados se encuentran consignados en el informe debidamente firmados.

Mediante el presente documento hago la donación y autorizo al municipio de Bosconia para que utilice el resultado de este estudio y/o diseño técnico en la formulación y ejecución del proyecto de inversión denominado: "**CONSTRUCCION PRIMERA ETAPA DE LAS OBRAS DESTINADAS A LA SEGURIDAD VIAL Y LA MEJORA DE LA MOVILIDAD, MEDIANTE EL MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN Y EMBELLECIMIENTO DE ZONAS URBANÍSTICAS EN ANDENES, ESPACIO PÚBLICO Y EL BULEVAR CENTRAL DEL SECTOR DEL CRUCE EN EL MUNICIPIO DE BOSCONIA, CESAR**" el cual no podrá ser modificado sin autorización.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta Profesional y original de certificado de vigencia y antecedentes profesionales.

LUIS RAFAEL ARIZA BARRAZA
Ingeniero Civil - M.P - 021037-0694690 ATL

MATRICULA PROFESIONAL

021037-0694690 ATL

R2023048209

REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

INGENIERIA CIVIL

LUIS RAFAEL ARIZA BARRAZA

ID: 1193266490

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4559936

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que LUIS RAFAEL ARIZA BARRAZA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1193266490, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 021037-0694690 ATL desde el 28 de Noviembre de 2023, otorgado(a) mediante Resolución Nacional R2023048209.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los uno (01) días del mes de Julio del año dos mil veintiseis (2026).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.