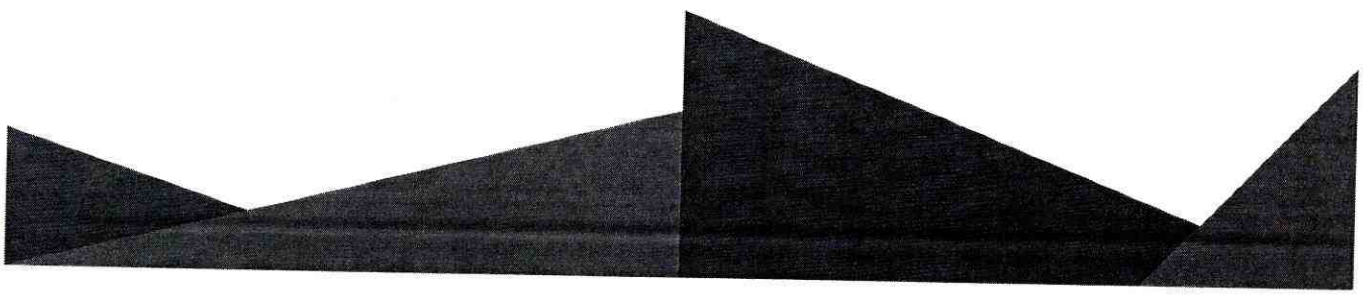
Gobernación de Arauca

Secretaría de Infraestructura

PAVIMENTACION EN CONCRETO RIGIDO DE LAS VIAS URBANAS EN EL BARRIO EL PORVENIR Y SAN MIGUEL DEL MUNICIPIO DE TAME, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REQUISITOS SECTORIALES
PROYECTOS EN FASE III

b. Estudio hidrológico e hidráulico



335

REPUBLICA DE COLOMBIA

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MUNICIPIO DE TAME

MANEJO DE AGUAS LLUVIAS

PROYECTO:

PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO RIGIDO DE LAS VIAS URBANAS EN EL BARRIO EL PORVENIR Y SAN MIGUEL DEL MUNICIPIO DE TAME, DEPARTAMENTO DE ARAUCA EN EL MUNICIPIO DE TAME - ARAUCA.

ESTUDIO HIDROLÓGICO

ARAUCA, MARZO DE 2021

MANEJO DE AGUAS LLUVIAS

INFORME TÉCNICO

Manejo de aguas lluvias carreras 21, 22 y 24 entre calles 12 y 13 en municipio de Tame, Departamento de Arauca



ARAUCA, MARZO DE 2021

MARLA ALESSANDRA DAVILA
INGENIERO CIVIL
Msc. RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

1. ESTUDIO HIDROLOGICO

1.1. INTRODUCCIÓN

A continuación, se presentan el estudio hidrológico para el diseño de las obras de drenaje vial. El objetivo del presente informe es realizar el diagnóstico de las aguas lluvias que caen en los barrios El Porvenir y San Miguel en las direcciones: carreras 21,22 y 24 entre calles 12 y 13 en el municipio de Tame, Departamento de Arauca.

Para el diseño correspondiente se tuvieron en cuenta las normas del Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, Resolución 330 de 2017, como las condiciones climatológicas del municipio de Saravena y datos suministrados por el Plan el IDEAM.

1.2. OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio son los siguientes:

- Estimación de las áreas de drenaje de acuerdo al corredor definido por las vías a intervenir.

- Definición del método de diseño y cálculo del caudal de diseño para el manejo de aguas lluvias.

- Definición de las curvas de intensidad, duración y frecuencia - IDF.

- Definición de otros parámetros de cálculo para la estimación del caudal de diseño, periodo de retorno, intensidad de la precipitación, coeficiente de escorrentía y tiempo de concentración.

1.3. MARCO TEÓRICO

La elaboración del estudio hidrológico e hidráulico de los diseños se basa en las normas y especificaciones descritas a continuación:

- Resolución 330 de 2017
- Plan de Ordenamiento Territorial de la Ciudad.

1.4. METODOLOGÍA

Este producto se desarrolla con la metodología establecida por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Resolución 330 de 2017.

1.5. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

El clima característico es cálido con una temperatura promedia de 24 Cº Además se encuentra a una altura de 340 msnm.

La vía se encuentra ubicada en el casco urbano del municipio, en las direcciones carreras 21,22 y 24 entre calles 12 y 13.

Las características socio económicas de la población beneficiada con el proyecto, indica que se clasifica en el estrato 1 y 2, denominada clase Baja, con ingresos promedios de 1 S.M.L.V

1.6. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

A continuación, se presenta el desarrollo del estudio hidrológico aplicable al proyecto de diseño del sistema de agua lluvias para los barrios El Porvenir y San Miguel, en las

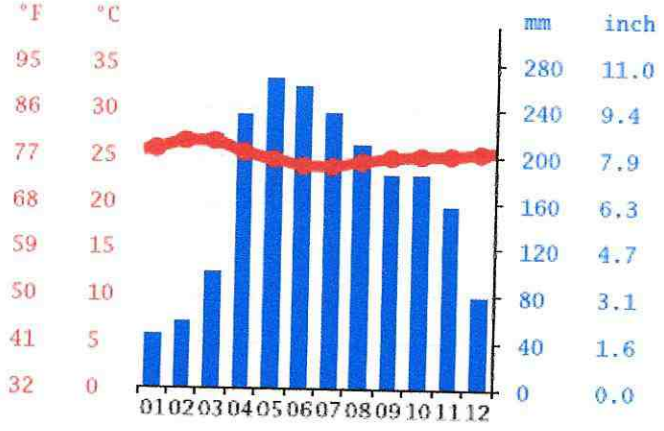
direcciones: carreras 21,22 y 24 entre calles 12 y 13., Municipio de Tame, Departamento de Arauca.

1.6.1. CLIMATOLOGIA

De acuerdo con los datos de las estaciones utilizadas en la zona se presenta un régimen monomodal, el cual conta de un único periodo de lluvioso intercalado con pequeños periodos de tendencia semi-seca; el periodo lluvioso se efectúa generalmente en el segundo semestre del año donde los mayores registros de precipitaciones diarias se presentan durante los meses de septiembre, octubre y noviembre.

Así mismo, el primer semestre anual presenta una tendencia seca, especialmente entre los meses de enero y febrera, así como entre los meses de junio y julio. Durante los meses de marzo, abril y mayo se presentan los menores registros de precipitación histórica acompañados de las máximas temperaturas. Sin embargo, los "los fenómenos del niño y la niña" han alterado significativamente esta tendencia permitiendo la generación de periodos lluviosos de gran magnitud en épocas normalmente secas y altas temperaturas en meses lluviosos.

A continuación, se muestra las temperaturas promedio para cada mes del año:



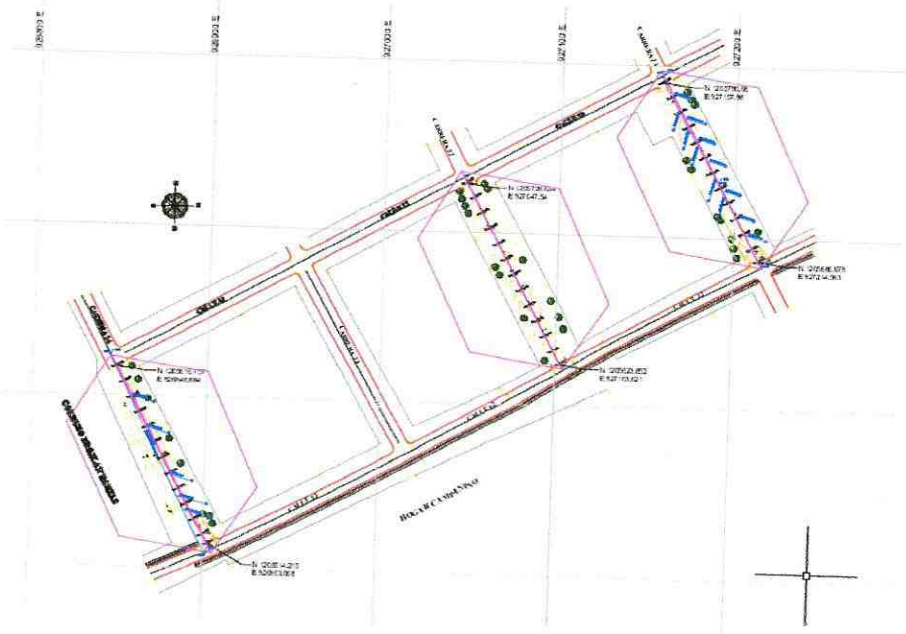
Fuente. Climate-date.org

1.6.4. ÁREAS DE DRENAJE

La resolución 330 de 2017, define que las áreas de drenaje para un sistema de redes de alcantarillado pluvial deben incluir el área tributaria propia del tramo en consideración y serán determinados por medición directa en planos y su delimitación debe ser consistente con las redes de drenaje natural.

Siguiendo las recomendaciones de la norma resolución 330 de 2017, la construcción de una base que nos permita identificar rápidamente el drenaje natural sobre el área de influencia del proyecto de diseño y así definir las áreas de drenaje, y con la obtención de información topográfica, curvas de nivel, además de las áreas de drenaje que se estipula en el plan maestro, se definen las áreas de drenaje para cada tramo del sistema de alcantarillado pluvial como lo muestra la figura 1.

Figura 1. Áreas de drenaje del proyecto de diseño



Fuente: autor.

El Área de drenaje total y sobre el cual tendrá incidencia directa el proyecto en estudio es de 2.61 hectáreas.

1.6.5. CAUDAL DE DISEÑO

Para la estimación del caudal de diseño se utilizará el método racional, el cual es recomendado por la resolución 330 de 2017.

Con este método se calculará el caudal pico de aguas lluvias con base en la intensidad media del evento de precipitación con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de escorrentía. La ecuación del método racional es:

$$Q = C \times I \times A$$

Dónde:

Q= Caudal superficial (L/s)

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional)

I = Intensidad promedio de la lluvia (L/s.Ha)

A = Área de drenaje (Ha)

O también:

$$Q = 2{,}78 \times C \times I \times A$$

Dónde:

Q = Caudal superficial (L/s)

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional)

I = Intensidad promedio de la lluvia (mm/hr)

A = Área de drenaje (Ha)

2,78 = factor de conversión

Según el RAS-2000 el método racional es adecuado para áreas de drenaje pequeñas hasta de 700 ha.

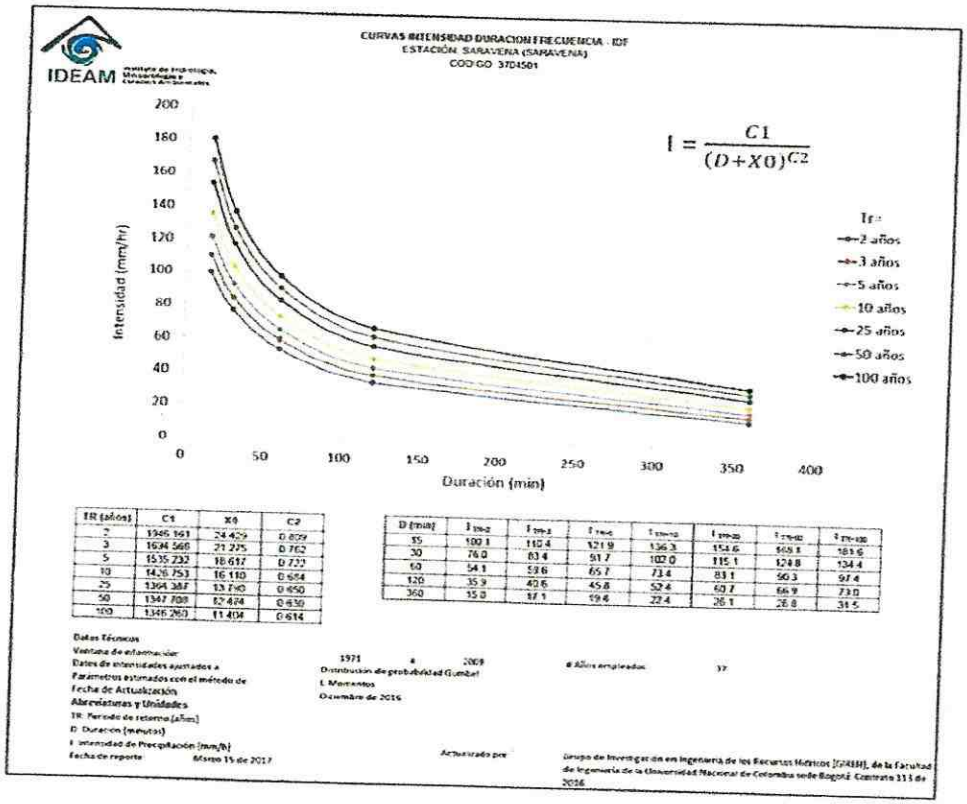
1.6.6. CURVA DE INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA

La resolución 330 de 2017, define las curvas de intensidad, duración y frecuencia como la base climatológica para la estimación de los caudales de diseño. Estas curvas sintetizan las características de los eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con periodos de retorno específicos. Debido que el municipio de Tame no cuenta con una estación Metereologica pluviométrica se toma la estación más cercana, en este caso la del municipio de Saravena.

1.6.6.1. Curva IDF estación Saravena

Las curvas IDF que se tomaron en cuenta son las del IDEAM, datos tomados con base en los datos de la estación Saravena.

Figura 2. Curva IDF



TR (años)	C1	X0	C2
2	1346.161	24.429	0.809
3	1634.566	21.275	0.762
5	1535.720	18.617	0.733
10	1426.753	16.110	0.694
25	1364.387	13.740	0.650
50	1347.708	12.424	0.630
100	1346.260	11.409	0.614

D (min)	I tr=2	I tr=3	I tr=5	I tr=10	I tr=25	I tr=50	I tr=100
15	100.1	110.4	121.9	136.3	154.6	169.1	183.6
30	76.0	83.4	91.7	102.0	115.1	124.8	134.4
60	54.1	59.6	65.7	73.4	83.1	90.3	97.4
120	35.9	40.6	45.8	52.4	60.7	66.9	73.0
360	15.8	17.1	19.6	22.4	26.1	28.8	31.5

Datos Técnicos
Ventana de información: 1971 a 2009
Datos de intensidades ajustados a Distribución de probabilidad Gumbel
Parámetros estimados con el método de L Momentos
Fecha de Actualización Diciembre de 2016
Abreviaturas y Unidades
TR: Periodo de retorno (años)
D: Duración (minutos)
I: Intensidad de Precipitación (mm/h)
Fecha de reporte Marzo 15 de 2017
Actualizado por Grupo de Investigación en Ingeniería de los Recursos Hídricos (GIRH), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Contrato 111 de 2016

Ilustración 16. Curva I - D - F

Fuente: Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM

Tabla 1. Curva IDF ESTACIÓN SARAVENA

TR	*Intensidades para las duraciones de (mm/h)*				
	15 min	30min	60min	120min	360min
2	100,100	76,000	54,100	35,900	15,000
3	110,400	63,400	59,600	40,600	17,100
5	121,900	91,700	65,700	45,800	19,400
10	136,300	102,000	73,400	52,400	22,400
25	154,600	115,100	83,100	60,700	26,100
50	168,100	124,800	90,300	66,900	26,800
100	181,600	134,400	97,400	73,000	31,500

Fuente: Datos IDEAM

Finalmente, con las curvas IDF reportadas anteriormente, a continuación, se establece la ecuación de dichas I-D-F's de la forma:

$$I_{TR,d} = \frac{K\,T_R^{\,m}}{d^n}$$

Dónde:

Tr= Periodo de retorno (años)

d = Duración de la lluvia (min)

K, m, n = Constantes

Resultando:

$$I = \frac{446{,}89290 \times Tr^{0{,}16496}}{d^{0{,}56194}}$$

Fuente: autor.

La hoja de cálculo con el cual se obtuvo la anterior ecuación de dichas I-D-F's por el consultor, se reporta en el Anexo 1 de este informe.

1.6.7. PERIODO DE RETORNO DE DISEÑO

Según la resolución 330 de 2017, el periodo de retorno de diseño debe determinarse de acuerdo con la importancia de las áreas y con los daños, perjuicios o molestias

que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, tráfico vehicular, comercio, industria, etc. La selección del periodo de retorno está asociada entonces con las características de protección e importancia del área de estudio.

Para la selección o predicción de un periodo de retorno justo, la resolución 330 de 2017.Establece los periodos de retorno o grado de protección que están en función del área de drenaje, el cual el consultor toma la decisión de cumplir para el proyecto de diseño el indicado con la columna denominado como "aceptable".

Tabla 2. Periodo de retorno o grado de protección

Características del área de drenaje	Recomendado (años)
Tramos iníciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	3
Tramos iníciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 ha	10
Canales abiertos que drenan áreas menores a 1000 hectáreas	50
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	100

Nota: *Parte revestida a 10 años, más borde libre a 100 años

1.6.7.1. Selección periodo de retorno

Para el proyecto de diseño objeto de este estudio se utiliza el periodo de retorno o grado de protección de 5 años para aquellas áreas de drenaje acumuladas de los tramos de alcantarillado pluvial, sean cunetas, canales o tuberías, inferior a 2 hectáreas, y periodo de retorno o grado de protección de 5 años para aquellas áreas tributarias acumuladas de los tramos de alcantarillado pluvial, sean cunetas, canales o tuberías, que se encuentran entre las 2 y 10 hectáreas.

1.6.8. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación para el proyecto de diseño objeto de este estudio se calcula con la estimación del caudal pico de aguas lluvias correspondiente a la intensidad media de precipitación dada por la curva IDF seleccionada en el numeral 1.6.6 de este documento para el periodo de retorno de diseño definido con base en lo establecido en el numeral 1.6.7.1 y con una duración equivalente al tiempo de concentración de la escorrentía cuya estimación se define más adelante.

2.5.5.1 Resultados intensidades de precipitación

La intensidad de precipitación calculada para cada uno de los tramos de alcantarillado del proyecto en estudio, se presenta en las tablas de cálculo adjuntas en el informe hidráulico en el Anexo 1, estimada con la ecuación de las I-D-F's concebida en el numeral 1.6.6.1.

1.6.9. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración y según definición del RAS-2000 en su Capitulo D.4.3.7 corresponde a la suma del tiempo de entrada y tiempo de recorrido en el colector del agua lluvia.

El tiempo de entrada corresponde al tiempo requerido para que la escorrentía llegue al sumidero del colector y el tiempo de recorrido se asocia con el tiempo de viaje o tránsito del agua dentro del colector.

$Tc = Te + Tt$

Dónde:

Te = Tiempo de entrada
Tt = Tiempo de transición

Para este diseño, el consultor toma como tiempo de concentración mínimo en pozos iniciales 10 minutos, cumpliendo con lo recomendación por la resolución 330 de 2017. De la misma manera se atiende a la recomendación de este mismo numeral, donde si dos o más colectores confluyen a la misma estructura de conexión, debe considerarse como tiempo de concentración en ese punto el mayor de los tiempos de concentración de los respectivos colectores.

1.6.9.1. Tiempo de entrada

La resolución 330 de 2017, recomienda varias fórmulas para estimar el tiempo de entrada. La consultoría selecciona la ecuación de la FAA de los Estados Unidos el cual es utilizado frecuentemente para la escorrentía superficial en áreas urbanas. Su fórmula es la siguiente:

$$Te = \frac{0.707 \times (11 - C) \times L^{1/2}}{S^{1/3}}$$

Dónde:

Te = Tiempo de entrada
C = Coeficiente de escorrentía

L = Longitud del área tributaria

S = Pendiente promedio del área tributaria

1.6.9.2. Tiempo de recorrido

La resolución 330 de 2017, recomienda la siguiente fórmula para su cálculo:

$Tt = Lc / (60 \times V)$

Dónde:

Lc = Longitud del colector

V = Velocidad de flujo en el colector

1.6.9.3. Resultados tiempos de concentración

Los tiempos de concentración calculado para cada uno de los tramos de alcantarillado del proyecto en estudio, se presenta en las tablas de cálculo adjuntas al informe hidráulico en el Anexo 1 y de acuerdo al procedimiento presentado.

1.6.10. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Según el RAS-2000 en su Capitulo D.4.3.6, el coeficiente de escorrentía, C, es función del tipo de suelo, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y otros factores que determinan la fracción de la precipitación que se convierte en escorrentía.

Según la resolución 330 de 2017, para su determinación deben considerarse las pérdidas por infiltración en el suelo y otros efectos retardadores de la escorrentía. De igual manera, debe incluir consideraciones sobre el desarrollo urbano, los planes de ordenamiento territorial y las disposiciones legales locales sobre uso del suelo.

Para una estimación confiable del coeficiente de escorrentía la resolución 330 de 2017, presenta valores guía para su selección tal y como se muestra en la Tabla 3.

Para áreas de drenaje que incluyan subáreas con coeficientes de escorrentía diferentes, el valor de C representativo del área debe calcularse como el promedio ponderado con las respectivas áreas.

$$C = \frac{(\sum C \cdot A)}{\sum A}$$

Dónde:

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional)

A = Área tributaria

Tabla 3. Coeficientes de escorrentía o impermeabilidad

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

Fuente: RAS.2000, Tabla D.4.5 Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad

1.6.10.1. Selección coeficientes de escorrentía

Los coeficientes de escorrentía calculados para cada uno de los tramos de alcantarillado del proyecto en estudio se presentan en las tablas de cálculo adjuntas al informe hidráulico en el anexo 1.

Los coeficientes de escorrentía calculados en el desarrollo de este proyecto fue 0,6, según el tipo de superficies considerado para cada tramo y cálculos de ponderación.

2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El Área de drenaje total y sobre el cual tendrá incidencia directa el proyecto en estudio es de 2.61 hectáreas.

- El método seleccionado para la estimación del caudal de diseño es el método racional, que aplican para las condiciones particulares del proyecto y según recomendaciones dadas por la resolución 330 de 2017.

3. ANEXOS

ANEXO No. 1. Valores totales mensuales de precipitación
ANEXO No.2. Calculo ecuación curvas I-D-F's.

Ing. Marla Alessandra Dávila Ramírez
Ingeniero Civil
T.P. 25202- 175965 CND

ANEXO No. 1. Valores totales mensuales de precipitación

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Vr. Anual
1971	-	-	-	-	-	-	-	167.7	204.3	202.1	230.7	124.6	929.4
1972	210.2	65.3	133.0	572.2	459.7	321.6	396.0	428.9	177.6	336.5	137.3	78.2	3316.5
1973	38.4	0.0	52.2	303.1	138.3	225.5	305.6	262.9	330.1	284.4	288.4	79.0	2307.9
1974	46.0	90.0	136.8	265.0	184.0	203.0	240.5	426.7	452.6	183.0	75.9	76.8	2380.3
1975	62.0	69.0	153.8	183.6	247.5	337.9	351.0	302.2	355.9	506.9	117.9	82.1	2769.8
1976	140.6	90.7	324.3	331.0	163.4	361.8	398.9	262.9	343.9	249.7	110.8	78.9	2856.9
1977	8.9	15.3	179.8	140.8	516.0	684.3	308.6	270.6	320.2	129.5	177.3	40.1	2791.4
1978	28.3	5.4	181.5	321.1	415.3	531.7	290.2	355.1	315.1	226.9	133.6	174.0	2978.2
1979	16.0	3.0	186.8	448.6	352.1	664.3	219.6	291.6	491.4	273.1	129.1	182.6	3258.2
1980	13.7	10.2	64.8	282.5	405.3	421.0	217.9	335.3	452.7	238.7	261.6	22.5	2726.2
1981	0.2	341.6	117.9	561.5	418.0	648.1	301.3	400.2	378.9	432.5	56.1	137.1	3793.4
1982	51.3	87.3	60.4	640.9	797.0	572.6	442.7	200.5	335.2	268.2	120.7	120.0	3696.8
1983	78.0	117.9	26.4	358.0	763.6	475.3	391.7	272.1	339.3	336.1	88.7	146.9	3394.0
1984	58.8	79.4	12.3	108.1	433.2	265.4	191.3	278.1	236.1	351.8	125.3	40.9	2180.7
1985	0.2	88.2	59.3	216.1	333.0	339.0	198.0	411.0	320.0	329.0	338.0	166.7	2798.5
1986	47.2	59.2	33.5	265.6	383.4	531.1	422.8	404.0	18.3	277.4	194.9	110.6	2748.0
1987	32.5	36.6	51.5	130.3	211.7	268.0	462.7	363.1	292.7	746.1	131.7	103.5	2830.4
1988	5.0	94.8	1.8	128.5	85.0	284.0	225.0	430.9	517.1	263.3	254.8	201.4	2491.6
1989	39.4	85.4	42.9	84.9	418.6	397.2	247.9	324.5	261.0	243.1	132.5	9.3	2286.7
1990	64.4	308.5	495.6	134.9	504.8	454.9	246.0	438.1	93.1	142.0	492.0	141.1	3515.4
1991	0.3	116.1	81.6	160.0	288.5	290.1	311.0	405.0	489.0	274.2	172.8	95.8	2684.4
1992	30.5	82.3	34.6	116.9	361.8	551.2	169.0	394.0	301.0	400.3	194.3	118.3	2754.2
1993	-	7.9	77.6	46.2	367.8	575.0	398.7	192.2	338.4	184.2	185.5	30.0	2403.5
1994	-	68.4	275.4	429.5	231.4	312.2	465.5	357.2	487.5	292.4	456.8	108.3	3484.6
1995	6.8	3.1	112.5	291.1	210.2	418.1	495.7	673.1	256.5	303.9	220.7	119.0	3110.7
1996	5.6	76.9	90.0	208.2	322.4	383.7	329.1	372.9	279.8	280.8	207.9	90.7	2648.0
1997	44.0	199.0	62.0	192.5	360.0	243.0	299.4	334.6	73.1	262.4	101.0	67.7	2238.7
1998	17.5	79.1	-	458.2	346.4	429.0	379.0	238.0	322.0	397.7	161.0	70.0	2897.9
1999	80.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80.0
2000	-	29.0	221.0	80.0	417.3	465.0	346.5	249.0	237.8	464.0	222.0	154.0	2885.6
2001	10.0	12.5	26.2	147.3	224.3	397.2	447.6	330.2	253.5	402.6	136.7	231.0	2619.1
2002	77.5	12.3	234.6	297.6	640.8	392.3	513.6	218.0	375.6	265.8	115.3	64.9	3208.3
2003	6.3	10.8	110.9	295.1	410.4	571.4	318.9	181.3	369.2	330.6	196.7	188.2	2989.8
2004	8.1	25.3	30.5	412.9	561.8	447.8	460.1	233.7	426.1	362.2	217.0	131.0	3316.5
2005	233.4	88.7	13.9	380.5	350.3	312.4	222.1	324.7	186.1	262.2	220.2	99.9	2694.4
2006	233.9	24.7	194.5	96.2	457.2	555.4	514.8	283.5	268.8	475.6	182.3	68.7	3355.6
2007	23.7	28.6	299.1	135.6	236.7	277.8	378.4	560.5	306.3	351.7	127.7	187.3	2913.4
2008	5.9	68.9	94.8	346.6	543.3	469.4	469.6	168.0	277.7	294.4	404.7	28.9	3172.2
2009	57.5	56.7	145.2	225.3	499.7	362.2	408.0	226.0	264.2	221.2	55.8	-	2521.8
2010	16.9	24.0	52.0	400.1	342.5	507.9	419.8	474.2	325.0	600.9	304.8	205.9	3674.0
2011	45.7	385.7	148.1	621.3	604.4	229.7	312.1	198.9	249.2	-	-	-	2795.1
MEDIOS	49.9	78.1	121.6	277.4	384.8	414.8	346.6	326.0	308.1	319.2	191.8	109.9	2928.1
MAXIMOS	233.9	385.7	495.6	640.9	797.0	684.3	514.8	673.1	517.1	746.1	492.0	231.0	797.0
MINIMOS	0.2	0.0	1.8	46.2	85.0	203.0	169.0	167.7	18.3	129.5	55.8	9.3	0.0

Fuente: Instituto de Hidrologia, Meteorologia y Estudios Ambientales, IDEAM

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Vr. Anual
1971	-	-	-	-	-	-	-	48.4	61.3	57.4	53.8	38.8	61.3
1972	34.2	23.5	29.7	138.0	47.5	69.1	74.2	57.3	52.7	59.5	22.0	33.1	138.0
1973	16.5	0.0	13.1	142.1	64.1	59.8	61.7	65.0	77.7	56.0	35.2	33.0	142.1
1974	24.0	50.0	-	56.0	31.0	33.0	39.0	50.9	74.6	28.1	8.3	-	74.6
1975	32.8	25.4	-	54.9	52.0	65.3	106.1	52.5	76.7	122.7	27.4	20.0	122.7
1976	32.0	24.0	65.0	105.0	27.1	37.0	43.0	40.3	65.4	45.5	-	25.0	105.0
1977	7.6	7.9	69.0	75.0	70.0	58.0	66.1	60.9	70.4	32.4	55.9	28.0	75.0
1978	9.0	4.0	80.0	86.0	65.9	76.0	92.0	124.5	71.0	46.0	32.8	93.4	124.5
1979	16.0	2.0	39.7	56.3	55.1	76.0	32.0	55.0	59.2	56.0	18.5	86.0	86.0
1980	5.7	10.0	22.4	60.0	112.0	79.4	27.4	78.0	109.3	64.0	48.3	9.1	112.0
1981	0.2	114.0	51.1	176.0	45.0	79.0	46.6	60.0	80.0	81.1	22.0	68.8	176.0
1982	-	-	36.0	108.0	116.1	69.2	66.2	29.5	48.0	62.0	52.0	60.0	116.1
1983	44.1	31.2	11.7	66.0	110.2	108.4	73.0	38.0	49.0	86.0	33.5	29.0	110.2
1984	31.2	26.0	3.5	55.8	73.2	48.1	48.0	49.5	39.5	59.5	32.6	22.4	73.2
1985	0.2	44.9	14.0	65.0	76.0	50.0	35.0	80.0	110.0	90.0	85.0	46.0	110.0
1986	12.0	33.0	8.5	115.0	118.0	99.0	75.0	99.0	10.3	-	-	-	118.0
1987	-	17.0	14.0	33.0	49.0	37.0	57.0	50.4	90.0	138.0	-	40.0	138.0
1988	4.2	35.0	1.2	34.0	32.0	-	42.0	-	178.5	55.0	66.8	65.0	178.5
1989	14.0	24.0	12.0	-	100.0	150.0	100.0	55.0	66.4	84.0	45.0	6.0	150.0
1990	20.0	60.6	65.3	45.3	65.0	89.4	29.0	90.8	25.0	76.0	57.0	-	90.8
1991	0.3	42.5	37.0	39.0	97.0	42.0	66.0	65.0	90.0	78.0	32.0	-	97.0
1992	-	-	13.1	36.8	68.0	-	20.9	62.0	85.0	75.0	35.4	38.6	85.0
1993	-	2.3	-	14.2	77.0	79.0	58.0	65.6	104.1	42.0	53.0	18.0	104.1
1994	-	24.0	-	125.0	-	41.0	60.0	50.0	135.0	68.0	91.0	56.6	135.0
1995	4.0	2.9	41.2	62.0	36.0	93.0	82.0	94.0	50.0	54.0	-	77.0	94.0
1996	5.6	-	48.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48.0
1997	44.0	-	-	-	90.0	54.0	-	-	35.0	67.0	-	-	90.0
1998	-	-	-	83.0	67.0	53.0	67.0	52.0	-	92.0	39.0	43.0	92.0
1999	19.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.0
2001	6.0	5.0	7.6	63.4	57.5	60.4	88.9	64.0	80.2	99.7	36.9	73.4	99.7
2002	60.6	5.5	52.3	66.0	116.4	57.3	66.4	59.2	116.0	56.2	41.7	22.3	116.4
2003	6.0	4.2	47.8	76.6	76.6	120.6	42.7	35.3	80.2	80.4	66.4	61.1	120.6
2004	3.3	10.8	16.6	73.6	124.0	86.4	57.3	39.1	67.6	68.7	36.3	94.1	124.0
2005	57.2	35.4	5.1	74.2	51.8	41.8	46.9	41.2	36.5	54.1	59.0	40.0	74.2
2006	140.9	12.7	37.2	20.3	70.4	53.4	95.0	43.1	78.3	132.4	41.5	22.7	140.9
2007	12.5	23.8	73.2	32.4	60.7	28.2	62.1	102.5	70.1	71.8	40.3	60.2	102.5
2008	2.5	40.9	30.0	110.0	101.2	107.5	118.0	33.5	50.5	77.5	83.5	12.0	118.0
2009	15.5	13.2	23.0	68.5	207.7	67.5	51.5	40.0	93.0	82.0	17.0	-	207.7
2010	12.0	19.0	15.0	98.5	66.0	119.8	65.5	126.3	64.8	133.3	80.0	79.5	133.3
2011	23.8	105.2	55.2	166.5	133.5	35.9	46.3	47.3	43.3	-	-	-	166.5
MEDIOS	21.7	26.7	32.5	76.6	78.1	69.3	61.3	61.3	72.8	73.1	45.3	45.2	55.3
MAXIMOS	140.9	114.0	80.0	176.0	207.7	150.0	118.0	126.3	178.5	138.0	91.0	94.1	207.7
MINIMOS	0.2	0.0	1.2	14.2	27.1	28.2	20.9	29.5	10.3	28.1	8.3	6.0	0.0

Fuente: Instituto de Hidrologia, Meteorologia y Estudios Ambientales, IDEAM

ANEXO No. 2. Calculo ecuación curvas I-D-F's.

Con la I-D-F que reporta el Dane para la estacion de Saravena 3704501, a continuacion se establezca la ecuación de dichas I-D-F's de la forma:

$$I_{TR,d} = \frac{K\ T_R^{\ m}}{d^{\ n}}$$

Donde: Tr: periodo de retorno
d: duracion lluvia
K, m, n: constantes

ESTACION: SARAVENA

TR	*Intensidades para las duraciones de (mm/h)*				
	15 min	30min	60min	120min	360min
2	100,100	76,000	54,100	35,900	15,000
3	110,400	63,400	59,600	40,600	17,100
5	121,900	91,700	65,700	45,800	19,400
10	136,300	102,000	73,400	52,400	22,400
25	154,600	115,100	83,100	60,700	26,100
50	168,100	124,800	90,300	66,900	26,800
100	181,600	134,400	97,400	73,000	31,500

I (mm/hr)	TR (años)	d (min)	LN (I)	LN (TR)	LN (d)	I (mm/hr) Calculada	Δ (I-Ical)
100,100	2,000	15,000	4,606	0,693	2,708	109,387	-9,287
76,000	2,000	30,000	4,331	0,693	3,401	74,097	1,903
54,100	2,000	60,000	3,991	0,693	4,094	50,193	3,907
35,900	2,000	120,000	3,581	0,693	4,787	34,000	1,900
15,000	2,000	360,000	2,708	0,693	5,886	18,338	-3,338
110,400	3,000	15,000	4,704	1,099	2,708	116,954	-6,554
63,400	3,000	30,000	4,149	1,099	3,401	79,223	-15,823
59,600	3,000	60,000	4,088	1,099	4,094	53,665	5,935
40,600	3,000	120,000	3,704	1,099	4,787	36,352	4,248
17,100	3,000	360,000	2,839	1,099	5,886	19,607	-2,507
121,900	5,000	15,000	4,803	1,609	2,708	127,236	-5,336
91,700	5,000	30,000	4,519	1,609	3,401	86,188	5,512
65,700	5,000	60,000	4,185	1,609	4,094	58,383	7,317
45,800	5,000	120,000	3,824	1,609	4,787	39,548	6,252
19,400	5,000	360,000	2,965	1,609	5,886	21,331	-1,931
136,300	10,000	15,000	4,915	2,303	2,708	142,649	-6,349
102,000	10,000	30,000	4,625	2,303	3,401	96,629	5,371
73,400	10,000	60,000	4,296	2,303	4,094	65,455	7,945
52,400	10,000	120,000	3,959	2,303	4,787	44,339	8,061
22,400	10,000	360,000	3,109	2,303	5,886	23,915	-1,515
154,600	25,000	15,000	5,041	3,219	2,708	165,926	-11,326
115,100	25,000	30,000	4,746	3,219	3,401	112,397	2,703
83,100	25,000	60,000	4,420	3,219	4,094	76,136	6,964
60,700	25,000	120,000	4,106	3,219	4,787	51,574	9,126
26,100	25,000	360,000	3,262	3,219	5,886	27,817	-1,717
168,100	50,000	15,000	5,125	3,912	2,708	186,026	-17,926
124,800	50,000	30,000	4,827	3,912	3,401	126,012	-1,212
90,300	50,000	60,000	4,503	3,912	4,094	85,359	4,941
66,900	50,000	120,000	4,203	3,912	4,787	57,821	9,079
26,800	50,000	360,000	3,288	3,912	5,886	31,187	-4,387
181,600	100,000	15,000	5,202	4,605	2,708	208,561	-26,961
134,400	100,000	30,000	4,901	4,605	3,401	141,277	-6,877
97,400	100,000	60,000	4,579	4,605	4,094	95,699	1,701
73,000	100,000	120,000	4,290	4,605	4,787	64,826	8,174
31,500	100,000	360,000	3,450	4,605	5,886	34,965	-3,465

Modelo utilizado:

$$I = \frac{K \times T_R^{\ M}}{d^N}$$

Aplicando logaritmos:

$$\ln(I) = \ln\left(\frac{K \times T_R^{\ M}}{d^N}\right) = \ln K + M \ln Tr - N \ln d$$

355

VARIABLE	LN (d)	LN (TR)	Ao
Coeficientes de regresión	-0,56194446	0,164964191	6,102318979
Error tipico de Coef.	0,01719594	0,013890612	0,081923005
R2 y Error de la estimación	0,97421329	0,112000438	#N/D
F Fisher y grgados de libertad	604,474728	32	#N/D
Suma de regresión de los cuadrados y suma residual de los cuadrados	15,1651805	0,401411137	#N/D

Ecuacion:

Ln (I) = 6,10232+0,16496 Ln (Tr)-(-0,56194) Ln (d)

Coeficientes:

M =	0,16496
N =	0,56194
Ln(K) =	6,10232
K =	446,89290

Ecuación I-D-F's:

$$I = \frac{446{,}89290 \times Tr^{0{,}16496}}{d^{0{,}56194}}$$

ING. MARLA DÁVILA
Msc. Ing. Civil con Énfasis en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente
Especialista en Vias y Transporte

356

Arauca, marzo de 2021

Señores;
Gobernación de Arauca
Ciudad

Asunto: Cesión de diseños "PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO RIGIDO DE LAS VIAS URBANAS EN EL BARRIO EL PORVENIR Y SAN MIGUEL DEL MUNICIPIO DE TAME, DEPARTAMENTO DE ARAUCA EN EL MUNICIPIO DE TAME - ARAUCA".

Cordial saludo

La presente es con fin de donar a la gobernación de Arauca los estudios hidrológicos del proyecto denominado "PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO RIGIDO DE LAS VIAS URBANAS EN EL BARRIO EL PORVENIR Y SAN MIGUEL DEL MUNICIPIO DE TAME, DEPARTAMENTO DE ARAUCA EN EL MUNICIPIO DE TAME - ARAUCA".".

Atentamente

Ing. Marla Alessandra Dávila
Msc. En Recursos en Hidráulicos y Medio Ambiente
T.P. 25202175965 CND

Crr 14 con Calle 16 esquina B. Américas. Cel. 3163752998 Arauca - Colombia
Email: Marla.davila.ramirez@gmail.com

ING. MARLA DÁVILA
Msc. Ing. Civil con Énfasis en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente
Especialista en Vías y Transporte

357

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, MARLA ALESSANDRA DAVILA RAMIREZ, identificado con CC No 1.116.777.367 expedida en Arauca, en calidad de Ingeniero civil especialista en hidráulica con Matricula Profesional No 25202175965 CND, CERTIFICO que realice el estudio hidrológico, para el proyecto "PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO RIGIDO DE LAS VIAS URBANAS EN EL BARRIO EL PORVENIR Y SAN MIGUEL DEL MUNICIPIO DE TAME, DEPARTAMENTO DE ARAUCA EN EL MUNICIPIO DE TAME - ARAUCA".

Por lo anterior, manifiesto que es viable la construcción objeto del proyecto, siempre y cuando se cumplan las recomendaciones del análisis.

En consecuencia, asumo toda responsabilidad referente al estudio hidrológico para el proyecto "PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO RIGIDO DE LAS VIAS URBANAS EN EL BARRIO EL PORVENIR Y SAN MIGUEL DEL MUNICIPIO DE TAME, DEPARTAMENTO DE ARAUCA EN EL MUNICIPIO DE TAME - ARAUCA". Y exonero a la gobernación de Arauca, ante terceros de cualquier responsabilidad civil, penal o administrativa por cualquier falta u omisión del presente estudio.

Declaro así mismo, que asumo la responsabilidad por los perjuicios que por causa de ellos pueda deducirse, exonerando a la gobernación de Arauca de cualquier responsabilidad.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por la gobernación de Arauca no constituye una aprobación al estudio, sino una verificación del cumplimiento de los decretos antes mencionados.

Atentamente,

ING. MARLA DAVILA
C.C 1.116.777.367 DE ARAUCA
Mat. Prof. No. 25202175965 CND

Crr 14 con Calle 16 esquina B. Américas. Cel. 3163752998 Arauca - Colombia
Email: Marla.davila.ramirez@gmail.com

152

REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

358

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2021-724734

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que MARLA ALESSANDRA DAVILA RAMIREZ, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1116777367, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-175965 desde el 22 de Octubre de 2009, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1168.

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 veintiseis (26) días del mes de Abril del año dos mil veintiuno (2021).

Rubén Darío 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.

359

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA

COPNIA



MATRICULA PROFESIONAL No.

2520217596SCND

INGENIERO CIVIL

DE FECHA **22/10/2009**

MARLA ALESSANDRA DAVILA RAMIREZ

C.C. 1116777367

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO

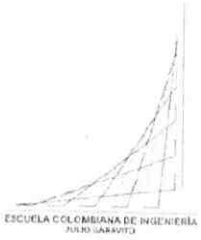
PRESIDENTE DEL CONSEJO

Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza a su titular para ejercer como Ingeniero en todo el Territorio Nacional.

En caso de extravio debe ser remitida al COPNIA

Calle 78 No. 9 - 57 Oficina 1301 **Tel. 3220102 Bogotá D.C.**

360



La Escuela Colombiana de Ingeniería
Julio Garavito

con Personería Jurídica concedida por el Ministerio de Justicia segun Resolucion No 086 del 19 de enero de 1973

Certifica que

Marla Alessandra Dávila Ramírez

C.C. 1.116.777.367 de Arauca

Cursó el programa académico de

Magíster en Ingeniería Civil

bajo la modalidad de profundización con énfasis en

Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente

En testimonio de ello se expide el presente diploma en Bogotá, D.C., el día 4 de marzo de 2014

Rector

Secretario General

Director de la Maestría en Ingeniería Civil