

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

**PROYECTO: " CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS
DIFERENTES SECTORES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE
CERETÉ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA ".**

**Consultor:
OLGA LUCIA MEZA BARRAGAN**

Ingeniero Civil

CERETE – CORDOBA

2026

Contenido

ÍNDICE DE TABLAS.....	4
1. GENERALIDADES.....	5
2. ALCANCE	5
3. CÓDIGOS Y NORMATIVIDAD APLICABLE.....	6
4. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	6
5. OBJETIVOS.....	9
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	9
6. ANÁLISIS HIDROLÓGICO	9
6.1 PRECIPITACIÓN DE DISEÑO.	9
6.2 PERIODO DE RETORNO (T_r).....	11
6.3 CURVAS DE INTENSIDAD -DURACIÓN Y FRECUENCIA	11
6.4 ÁREA DE DRENAJE (A).....	14
6.5 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C).....	14
6.6 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (T_c)	16
➤ Ecuación de Kirpich (1940):.....	17
17	
➤ Ecuación de Témez:	17
➤ Ecuación de Ven Te Chow (1964):	17
17	
➤ Tiempo de concentración alcantarillados pluviales:	17
• Tiempo de entrada.	19
• Tiempo de recorrido.....	19

6.7 ESTIMACIÓN DE CAUDAL POR EL MÉTODO RACIONAL	20
7. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.....	24
8. REFERENCIAS.....	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estación seleccionada CERETE. Fuente: Catalogo Nacional de Estaciones, IDEAM.....	10
Tabla 2: Periodos de retorno especificados por el INVIAS para obras de drenaje. Fuente: INVIAS (2013)	11
Tabla 3: Precitaciones máximas en 24 horas anual multianual. Fuente: Elaboración propia	12
Tabla 4: Distribuciones de probabilidad y parámetros Gumbel. Fuente: Elaboración propia	13
Tabla 5: Cálculo de variables probabilísticas y precipitaciones máximas diarias para distintas frecuencias. Fuente: Elaboración propia	13
Tabla 6: Intensidades estimadas para la estación CERETE. Fuente: Elaboración propia	14
Tabla 7: Áreas de drenaje de la vía. Fuente: Elaboración propia	17
Tabla 8: Características de la cuenca de acuerdo con el coeficiente de compacidad. Fuente. GÁMEZ MORALES, William. Texto básico de hidrología (Gámez Morales, 2009)	33
Tabla 9: Periodos de retorno especificados por el INVIAS para obras de drenaje. Fuente: INVIAS (2013)	35
Tabla 10: Coeficiente de Escorrentía. Fuente: Manual de drenaje para carreteras, INVIAS (2011)	36
Tabla 11: Valores coeficiente de escorrentía. Fuente: Título D, RAS-2016	37
Tabla 12: Coeficientes de escorrentía para vía. Fuente: Elaboración propia.	37
Tabla 13: Coeficiente de retardo. Fuente: “Drenaje urbano. Elementos de diseño”, Héctor Alfonso Rodríguez Díaz.....	48
Tabla 14: Caudales de drenaje para vías urbanas. Fuente: Elaboración propia	51
Tabla 15; Valores del coeficiente de rugosidad de Manning. Fuente: RAS (2016).	66

1. GENERALIDADES

En este informe se presentarán los cálculos y resultados del estudio hidrológico y el diseño hidráulico de cunetas y obras de drenaje del proyecto de " **CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS DIFERENTES SECTORES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CERETÉ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA** ".

El estudio consiste en el análisis y diseño hidráulico de las obras de conducción de aguas lluvias que afectan la vía en consideración. Se diseñan las estructuras necesarias siguiendo las recomendaciones hechas en el manual de drenaje del INVIAS.

Para el diseño de las estructuras se tomó base del estudio hidrológico para utilizar los caudales que circularan por las obras hidráulicas.

2. ALCANCE

El alcance de este informe comprende los cálculos necesarios para definir las obras de drenaje superficial del proyecto de " **CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS DIFERENTES SECTORES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CERETÉ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA** "

El alcance del proyecto debe cumplir con las expectativas propuestas:

- Ejecutar visitas de campo al sitio del proyecto para poder visualizar y evaluar las condiciones actuales del pavimento a construir.
- Inspeccionar los datos del levantamiento topográfico para poder realizar el modelamiento hidrológico e hidráulico.
- Recopilar y revisar datos disponibles más cercanos de precipitación proporcionados por el IDEAM, para poder analizar la escorrentía superficial que se genera en la cuenca que hace parte de la zona de influencia del proyecto.
- Realizar el estudio hidrológico de la cuenca aferente al pavimento y a sus estructuras hidráulicas, considerando los datos morfológicos, de uso del suelo, la precipitación, la información generada en el modelo digital de

terreno y softwares especializados que permitan procesar toda la información base. Este estudio permitirá la estimación de los caudales de escorrentía superficial que se generan en cada período de retorno evaluado.

3. CÓDIGOS Y NORMATIVIDAD APLICABLE

Los elementos considerados dentro del alcance del proyecto cumplirán con las normas vigentes, estándares de diseño, decretos y resoluciones legales nacionales que Se listan a Continuación:

- ✓ INVIAS, MANUAL DE DRENAJE DE CARRETERAS.
- ✓ RESOLUCIÓN 0330/2017 - RES 799/2021

4. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

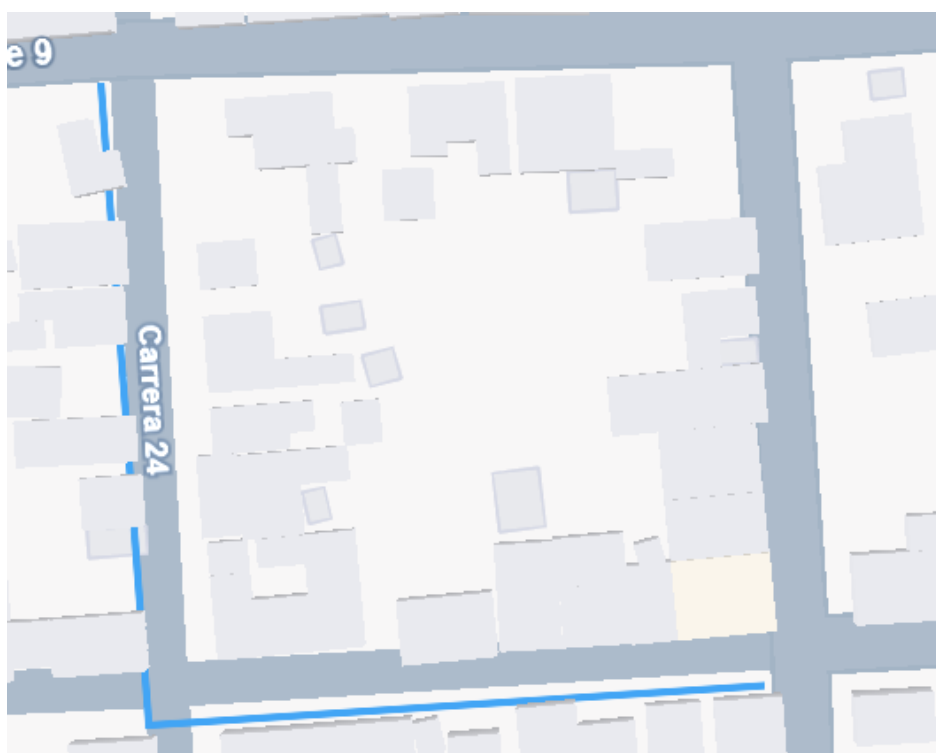
El proyecto se localiza en el municipio de Cerete en el departamento de Córdoba, específicamente desde su casco urbano. En la Ilustración 1 se muestra la localización del municipio.



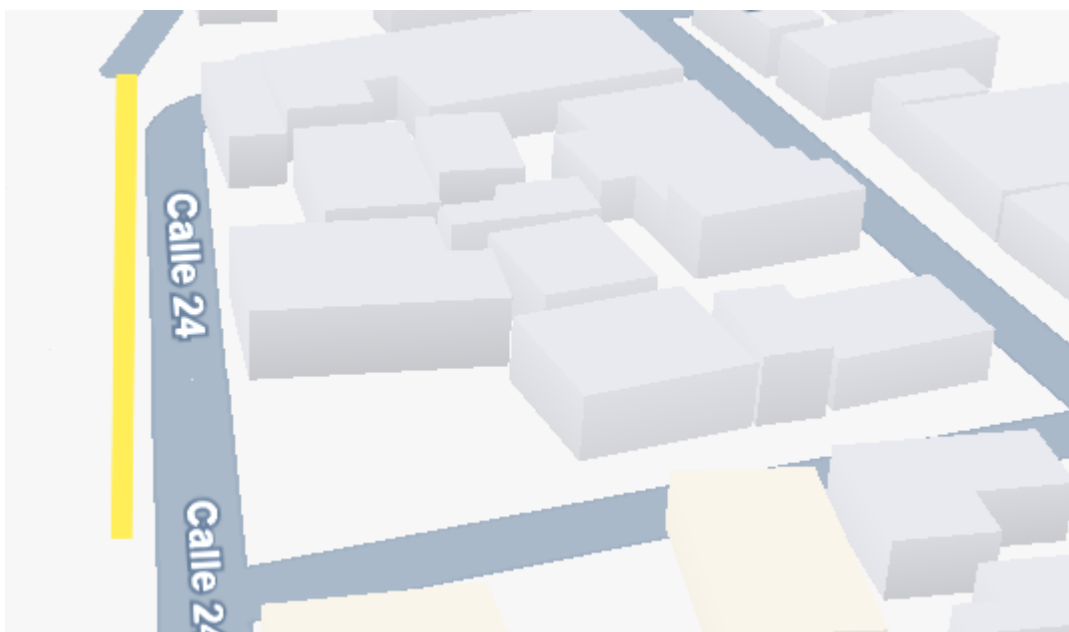
Ilustración 1: Localización del municipio de Cerete. Fuente: Wikipedia.



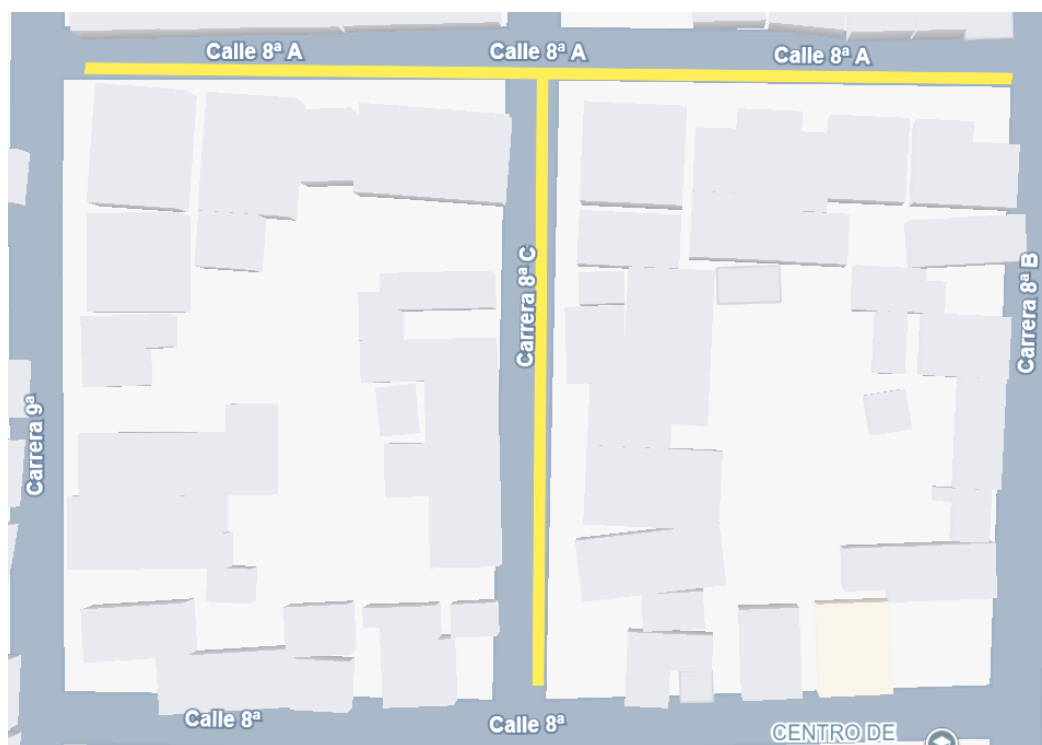
BARRIO SAN NICOLAS



BARRIO SANTA TEREZA



BARRIO SANTA PAULA



BARRIO PABLO SEXTO

Ilustración 2: Localización de puntos críticos a intervenir. Fuente: Elaboración propia.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño hidráulico de las obras de drenaje superficial requeridas el proyecto de **"CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS DIFERENTES SECTORES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CERETÉ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA"** y su respectiva comprobación mediante herramientas computacionales.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

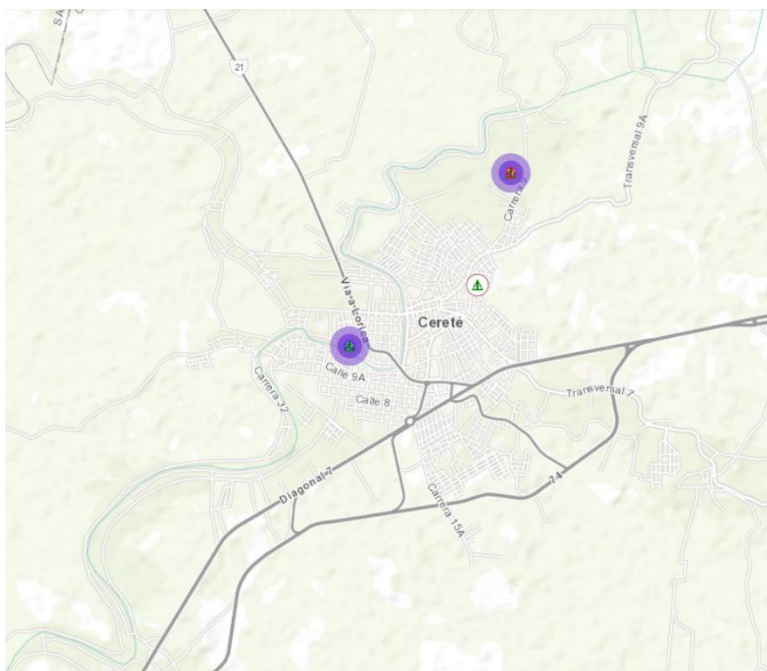
- ✓ Realizar un análisis de cada subcuenca que drena a las estructuras hidráulicas necesarias, con base en la precipitación, elevaciones, área aferente, utilizando un modelo lluvia - escorrentía para el cálculo de caudales de aporte.
- ✓ Ejecutar el diseño y verificación de las secciones hidráulicas que se requieren para evacuar satisfactoriamente el caudal máximo probable de las estructuras requeridas en el proyecto y la optimización de las estructuras existentes.

6. ANÁLISIS HIDROLÓGICO

6.1 PRECIPITACIÓN DE DISEÑO.

Una precipitación de diseño es un patrón de precipitación definido para utilizarse en el diseño de un sistema hidrológico. Usualmente la tormenta de diseño conforma la entrada al sistema, y los caudales resultantes a través de este se calculan utilizando procedimientos de lluvia — escorrentía y tránsito de caudales. Una precipitación de diseño puede definirse mediante un valor de profundidad de lluvia en un punto, mediante un hietograma de diseño que especifique la distribución temporal de la precipitación, o mediante un mapa de isoyetas que especifique el patrón espacial de la precipitación.

DATOS ESTACIÓN	
CÓDIGO	13070050
NOMBRE	CERETE
CATEGORÍA	Climática Ordinaria
ELEVACIÓN (m.s.n.m)	12
LATITUD	8°53'25.2"
LONGITUD	75°47'10.5"
DEPARTAMENTO	Córdoba
MUNICIPIO	Cerete



10

6.2 PERIODO DE RETORNO (Tr)

El periodo de retorno puede definirse como el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud específica.

Siguiendo las indicaciones establecidas por el INVIAS se recomiendan unos periodos de retorno para diferentes obras de drenaje vial, las cuales se relacionan en la Tabla 2.

Tabla 2. Periodos de retorno especificados por el INVIAS para obras de drenaje. Fuente: INVIAS (2013).

OBRAS DE DRENAJE	Tr
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

El período 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. La selección del período de diseño está asociada entonces con las características de protección e importancia del área de estudio.

Para el análisis de caudales de cada vía, se tomará un periodo de retorno de 2 años para el drenaje superficial y 5 años para las cunetas.

6.3 CURVAS DE INTENSIDAD -DURACIÓN Y FRECUENCIA

Las curvas de intensidad – duración – frecuencia (IDF) constituyen 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 períodos de retorno específicos. Es necesario verificar la existencia de curvas IDF para la localidad.

De acuerdo con lo establecido en el Manual de Drenaje de Carreteras, 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 planteó Díaz Granados en su estudio denominado “Curvas Sintéticas Regionalizadas de Intensidad-Duración-Frecuencia para Colombia”, Santafé de Bogotá. 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 y se presentan en la Tabla 1

Tabla 3. Valores de coeficientes para curvas IDF

REGIÓN	a	b	c	d
Andina	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe	24.85	0.22	0.50	0.10
Pacífico	13.92	0.19	0.58	0.20
Orinoquía	5.53	0.17	0.63	0.42

Fuente: Manual de drenaje para Carreteras. 2010

En la Figura 1 se muestran las curvas IDF de Cerete para los períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años.

Tabla 6: Intensidades estimadas para la estación CERETE. Fuente: Elaboración propia.

tiempo (min)	Periodo de Retorno					
	2	5	10	20	50	100
10	112.4	137.5	160.1	186.5	228.2	265.8
20	79.5	97.2	113.2	131.9	161.4	187.9
30	64.9	79.4	92.5	107.7	131.7	153.4
40	56.2	68.7	80.1	93.3	114.1	132.9
50	50.3	61.5	71.6	83.4	102.0	118.9
60	45.9	56.1	65.4	76.2	93.2	108.5
70	42.5	52.0	60.5	70.5	86.2	100.5
80	39.7	48.6	56.6	65.9	80.7	94.0
90	37.5	45.8	53.4	62.2	76.1	88.6
100	35.5	43.5	50.6	59.0	72.2	84.0
110	33.9	41.5	48.3	56.2	68.8	80.1
120	32.4	39.7	46.2	53.8	65.9	76.7
130	31.2	38.1	44.4	51.7	63.3	73.7

Las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) para la zona del proyecto se muestran en la Ilustración 8:

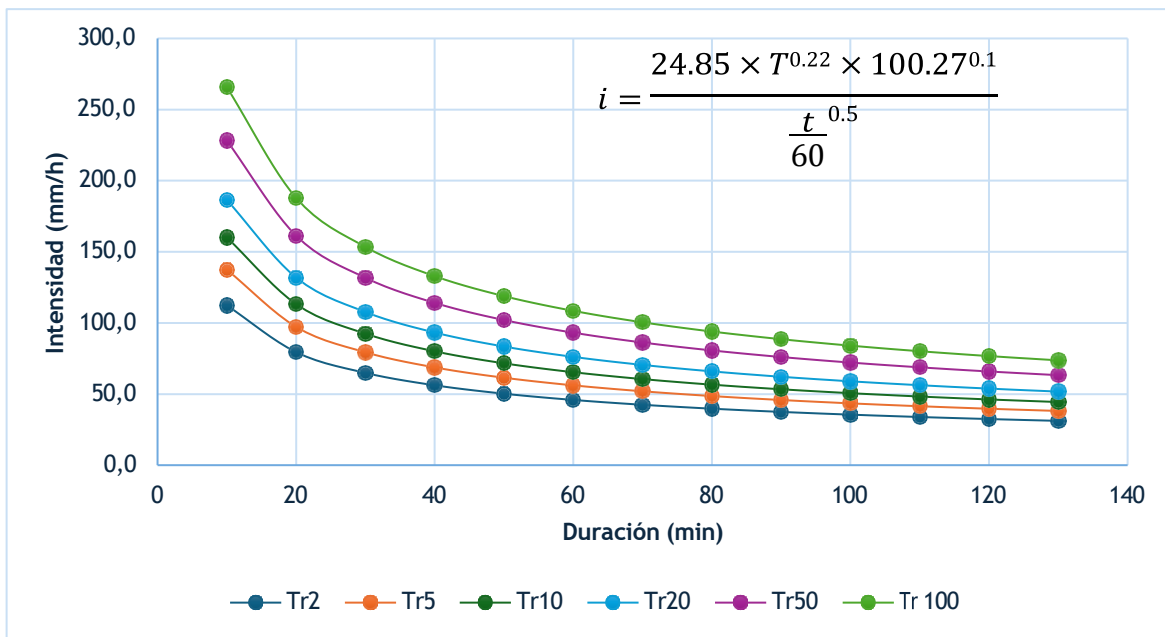


Ilustración 8: Curvas INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA de la estación CERETE. Fuente: Elaboración propia.

6.4 ÁREA DE DRENAJE (A)

Una cuenca hidrográfica es el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red natural con una o varias corrientes superficiales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor, que a su vez puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.

Las áreas de drenaje para cada una de las estructuras fueron delimitadas utilizando un sistema de información geográfico teniendo como insumo principal los archivos “shapes” para construir los modelos de elevación digital. La técnica que se utilizó fue la de encontrar las divisorias de agua teniendo como base los puntos demarcados en las abscisas sobre la vía.

El área de drenaje corresponde a la superficie delimitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio. Las áreas se determinaron por medio de Google Earth y el sistema de información geográfica (SIG), las cuales contribuyen a los sistemas que se están diseñando. Con el fin de delimitar las áreas contribuyentes a la escorrentía superficial para cada vía se realizó el trazado de las áreas aferentes de cada una. Las áreas de drenaje corresponden a pequeños cultivos y canales artesanales

construidos por la comunidad aledaña.

El área de drenaje está definida por una divisoria o parte aguas estructurada topográficamente en donde las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas, por uno o varios cursos de agua interconectados entre sí, hacia un único punto de salida.

Para realizar el modelamiento hidrológico fue necesario evaluar y determinar las corrientes que aportan a la condición de flujo de la cuenca a modelar, por lo que fue fundamental realizar un estudio hidrológico y una modelación de la zona de estudio que involucró a todas las corrientes a portantes a la escorrentía del sector, con la herramienta de hidrología que nos proporciona el sistema de información geográfica y el cual nos permite identificar variables hidrológicas como: Los drenajes, la dirección del flujo, la acumulación del flujo, la delimitación de la cuenca y subcuencas y la clasificación del drenaje de acuerdo con su orden.

Los parámetros de la cuenca se determinaron con el siguiente procedimiento:

- Se identificaron las coordenadas del sitio de construcción, con el fin de delimitar la parte de la cuenca que drena hacia ese punto.
- Se procedió a conseguir los archivos tipo “shape” de cuerpos de un área amplia en donde pudiera estar comprendida la cuenca. Esto para poder procesar la información en un sistema de información geográfica, de curvas de nivel a modelo digital de elevación.
- Se montó el archivo “shape”, se generó el modelo ráster y se efectuó el modelo digital de elevación DEM.

ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE ZONAS DURAS	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL
INICIA L	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2
SECTOR 1									
0	132.008	132.008	0.57	0.005712	0.132	330.02	158.41	488.4296	0.000488
0	83.503	83.503	0.46	0.0046	0.0835	208.825	100.236	309.061	0.000309
SECTOR 2									
0	111	111	0.064	0.00064	0.111	277.5	133.2	410.7	0.000411
0	88.53	88.53	0.16	0.0016	0.08853	221.325	106.236	327.561	0.000327
SECTOR 3									
0	70	70	0.09	0.0009	0.07	175	84	259	0.000259
SECTOR 4									
0	86.83	86.83	0.20	0.002	0.0868	217.075	104.196	321.271	0.000321
0	79.52	79.52	0.11	0.0011	0.0795	198.8	95.424	294.224	0.000294

Tabla 7: Áreas de drenaje de la vía. Fuente: Elaboración propia

6.5 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)

El coeficiente de escorrentía es la relación entre la parte de la precipitación que circula superficialmente y la precipitación total, entendiendo que la parte superficial es menor que la precipitación total al descontar la evaporación, evapotranspiración, almacenamiento, etc. Como puede comprenderse, el proceso de escorrentía es complejo y en la práctica deben introducirse simplificaciones. El coeficiente de escorrentía es un valor adimensional comprendido entre 0 y 1.

La escorrentía dependerá de la zona urbana a que corresponda y a los materiales constituyentes de la superficie. Atendiendo a la zonificación pueden adoptarse los siguientes valores:

Tabla 10: Coeficiente de Escorrentía

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
ÁREAS DESARROLLADAS							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.9	0.95	1
Concreto - Techo - Zonas verdes (jardines, parques, etc.)	0.75	0.8	0.83	0.88	0.92	0.97	1
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.58
Promedio 2-7%	0.37	0.4	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente superior a 7%	0.4	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano 0-2%	0.25	0.28	0.3	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.4	0.42	0.46	0.49	0.53	0.6
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente superior a 7%	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.51	0.58
ÁREAS NO DESARROLLADAS							
Áreas de cultivos							
Plano 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.4	0.43	0.47	0.57
Promedio 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.6
Pendiente superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano 0-2%	0.25	0.28	0.3	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.4	0.42	0.46	0.49	0.53	0.6
Bosques							
Plano 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.4	0.43	0.47	0.56
Pendiente superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Pendiente superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58
-------------------------	------	------	------	------	------	------	------

Tabla 11: Valores coeficiente de escorrentía. Fuente: Título D, RAS-2016.

Tipo de superficies	C
Cubiertas	0.9
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0.9
Vías adoquinadas	0.85
Zonas comerciales o industriales	0.90
Residencia, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0.75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre estos	0.60
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0.45
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	0.30

Para las zonas de la vía se escogió un valor de 0.8 y para las viviendas aledañas 0.8 para cubiertas

6.6 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (T_c)

Se define como el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que toda la cuenca 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 (1940):

$$t_c = 0,06628 \cdot \frac{L^{0,77}}{i^{0,385}}$$

Dónde: Tc: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). i: Pendiente entre las elevaciones máxima y mínima (pendiente total) del cauce principal, en metros por metro (m/m).

➤ Ecuación de Témez:

$$t_c = 0,3 \cdot \left(\frac{L}{i^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Dónde: Tc: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). i: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).

➤ Ecuación de Ven Te Chow (1964):

$$T_c = 0.096 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.385}$$

Donde, Tc: 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).

➤ Tiempo de concentración alcantarillados pluviales:

El tiempo de concentración mide el tiempo que se necesita para que toda el área de drenaje contribuya con escorrentía superficial en una sección considerada (HIDROLOGÍA EN LA INGENIERÍA – German Monsalve Sáenz).

El tiempo de concentración está compuesto por el tiempo de entrada y el tiempo de recorrido en el colector. El tiempo de entrada corresponde al tiempo requerido para que la escorrentía llegue al sumidero del colector, mientras que el tiempo de

recorrido se asocia con el tiempo de viaje o tránsito del agua dentro del colector. El tiempo de concentración según el RAS 2000 se calcula con la siguiente ecuación:

$$T_c = T_e + T_t$$

Dónde: Tc: Tiempo de concentración. Te: Tiempo de entrada. Tt: tiempo de tránsito.

- **Tiempo de entrada.**

Existen varias fórmulas para estimar el tiempo de entrada, la ecuación de Kerby se utiliza frecuentemente para la escorrentía superficial en áreas urbanas. Esta ecuación es:

$$T_e = 1.44 \left(\frac{L * m}{S} \right)^{0.467}$$

Dónde m: coeficiente de retardo, depende del tipo de superficie de escorrentía. L: Longitud del punto más elevado y alto, al colector. S: Pendiente del tramo.

Tabla 13: Coeficiente de retardo. Fuente: “Drenaje urbano. Elementos de diseño”, Héctor Alfonso Rodríguez Díaz.

Tipo de superficie	m
Impermeable	0.02
Suelo sin cobertura, compacto y liso	0.10
Superficie sin cobertura moderadamente rugosa	0.20
Pastos	0.30
Terrenos arborizados	0.70
Pastos densos	0.80

- **Tiempo de recorrido.**

El tiempo de recorrido a través de la vía se puede calcular como:

$$T_t = \frac{L_c}{60 * V}$$

Dónde: L_c = longitud del tramo. V_s = velocidad del flujo, la cual puede aproximarse a:

$$V_s = 0.752 * S_0 * S_x^{0.67} T^{0.67} / n$$

Dónde: V_s : Velocidad en la vía o la cuneta (m/s). S_0 : Pendiente longitudinal de la vía o cuneta (m/m). S_x : Pendiente transversal de la vía o cuneta (m/m). T : Ancho de esparcimiento permitido sobre la calzada (m). n : n de Manning de la superficie de la vía o cuneta.

6.7 ESTIMACIÓN DE CAUDAL POR EL MÉTODO RACIONAL

A partir de la identificación de la red hídrica de drenajes obtenida con la caracterización de las microcuencas, se logró establecer un drenaje principal que se acumula en los puntos de más bajo nivel de la zona; también se identificó un drenaje secundario que discurre directamente a un canal de excedentes existente sobre el costado sur hasta encontrarse con el drenaje principal.

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 km² (ASCE, 1992)

(Rodríguez, 2013) y se fundamenta en la siguiente ecuación:

$$Q = 0.278 C * I * A$$

Donde Q es el caudal en m³/s; C es el coeficiente de escorrentía que depende las pendientes, el tipo y uso del suelo; A es el área de drenaje de la cuenca y 0.278 corresponde al factor de conversión de unidades.

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).

El coeficiente de escorrentía es la relación entre la tasa pico de escorrentía directa y la intensidad de la precipitación en un período de tiempo dado (Chow, 1994). La selección de este coeficiente en general se realiza de acuerdo con las coberturas del suelo. Este valor también se puede calcular para una lluvia de características conocidas, siempre y cuando se conozca la respuesta de la hoya en términos del caudal de escorrentía superficial (Monsalve, 2004).

Tabla 14: Caudales de drenaje para vías urbanas.

ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	Long. (m)	Pendiente (m/m)	Área (m2)	Tiempo de Concentración (min)				Intensidad (mm/h)	Caudal (m³/s)	Flujo lateral transportado por la vía	Yn	CUMPLE / NO CUMPLE
					KIRPICH	TEMEZ	VEN CHOW	TE Adoptado					
Santa teresa													
0	86.83	86.83	0.005712	321.271	4.425	7.497	4.177	10	160.1471	0.012873	0.1923	0.118	cumple no requiere sumidero, no desborda la calle
0	79.52	79.52	0.0046	294.224	4.495	7.306	4.21	10	160.1471	0.011789	0.1923	0.118	cumple no requiere sumidero, no desborda la calle
Pablo Sexto													
0	83.5	83.5	0.00064	308.95	9.974	11.03	6.271	10	160.1471	0.012379	0.1923	0.118	cumple no requiere sumidero, no desborda la calle
0	132	132	0.0016	488.4	9.972	13.126	6.270	10	160.1471	0.019569	0.1923	0.118	cumple no requiere sumidero, no desborda la calle
Santa Paula													
0	70	70	0.0037	259	4.431	6.912	4.18	10	160.1471	0.010377	0.1923	0.118	cumple no requiere sumidero, no desborda la calle

San Nicolas													
0	111	111	0.002	410.7	8.008	11.028	5.619	10	160.1471	0.016456	0.1923	0.118	cumple no requiere sumidero, no
51.84	88.53	88.53	0.0011	327.561	8.469	10.404	5.779	10	160.1471	0.013124	0.1923	0.118	cumple no requiere sumidero, no desborda la calle

Fuente: Elaboración propia.

7. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

El presente documento contiene los estudios y análisis hidrológicos e hidráulicos, para una longitud aproximada de 876,59 metros lineales de vías, dividas estos en sectores y estos a su vez en ejes. Es claro que el estudio encierra un área mayor a lo requerido en el proyecto, denominado "**CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS DIFERENTES SECTORES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CERETÉ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA**". Ya que éste incluye una longitud de vías de menos de 876,59 metros. Sin embargo, el proyecto, se encuentra en la zona de influencia denominada en este documento, cuyas direcciones son como sigue:

BARRIO	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	LONGITUD (M)
SANTA TEREZA	K0+000	K0+86.83	86.83
	K0+000	K0+79.52	79.52
PABLO SEXTO	K0+000	K0+83.5	83.5
	K0+000	K0+132.0	132.0
SANTA PAULA	K0+000	K0+70.0	70.0
SAN NICOLAS	K0+000	K0+111.0	111.0
	K0+000	K0+88.53	88.53
		TOTAL:	651.38

Las recomendaciones planteadas en el presente estudio se basan en los datos presentados en la topografía realizada, en las investigaciones de campo, y en los análisis de ingeniería anteriormente descritos. Si durante la construcción del proyecto llegaran a presentarse condiciones diferentes a las enunciadas y asumidas como típicas, o surgiese cualquier dificultad imprevista, esta situación deberá ser informada oportunamente a fin de realizar los ajustes y evaluaciones pertinentes.

Se le recomienda al contratista seguir todas las recomendaciones y diseños de la presente consultoría.

Se recomienda durante el análisis estructural conservar los parámetros calculados durante el análisis hidrológico y modelación hidráulica; cualquier modificación debe ser comunicada al consultor para evaluar las posibles alternativas de diseño.

Se recomienda durante la etapa de revisión al estudio, ser informado al consultor cualquier observación ya que este es el responsable del estudio.

Se debe realizar mantenimiento continuo a las obras proyectadas y existentes, con el fin de que la acumulación de residuos no afecte la capacidad hidráulica y de esta manera evitar que se produzcan inundaciones o encharcamientos.

El diseño se realiza teniendo en cuenta que las vías a intervenir no cuentan con estructuras hidráulicas.

Los caudales de diseño se calcularon utilizando la metodología propuesta en el método racional.

La capacidad de la vía se realizó conservando las pendientes longitudinales del

diseño geométrico. La revisión hidráulica y capacidad de la vía se realiza conservando las pendientes longitudinales del diseño geométrico, el bombeo de 2.0% y un ancho de carril correspondiente.

Las secciones hidráulicas proyectadas son eficientes para los caudales de diseño determinados por el método racional y para el periodo de retorno estipulado anteriormente.

Durante la construcción de las obras se debe garantizar el correcto funcionamiento de la red de alcantarillado. En ningún caso las aguas servidas deben llegar a la red de aguas de escurrentía.

Las especificaciones técnicas de diseño se soportan en resoluciones, normatividad y bibliografía existente.

8. REFERENCIAS

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

BÁSICO - RAS/2000, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, del Ministerio de Desarrollo; Bogotá 2000.

AZEVEDO NETTO, de J.M. y ÁLVAREZ ACOSTA, Guillermo. Manual de Hidráulica, Ed. HARLA S.A. DE C.V., México, 1976.

MINISTERIO DEL TRANSPORTE - INSTITUTO NACIONAL VÍAS – INVIAS, “Manual de Drenaje para carreteras”, Bogotá, 2009.

MINISTERIO DEL TRANSPORTE - INSTITUTO NACIONAL VÍAS – INVIAS, “Cartilla para diseño de pavimento con placa huella”, Bogotá, 2013.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, “Hydraulic Design of Highway Culverts, Hydraulic Design Series Number 5 (HDS 5), J.M. Norman, R.J. Houghtlen, W.J. Johnston, Virginia, September 1985.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, “Manual de carreteras Volumen II, Parte

OLGA LUCIA MEZA BARRAGAN
Ingeniero sanitario y ambiental
Tarjeta Profesional No 22236-246574 COR

II", Dirección General de Obras Públicas. Dirección de Vialidad, Santiago de Chile, junio 2002.

Chow, V. Maidment, D. Mays, L., 1994. Hidrología Aplicada. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana S.A. 1994.

Díaz, Bernardo. 2012. Hidrología e Hidráulica Aplicada. Editorial Universidad Tecnológica de Bolívar. Cartagena de Indias.

Suárez Díaz, Jaime. 2001. Control de erosión en zonas tropicales. Ediciones Universidad Industrial de Santander. 2001. Pág. 141.

Jiménez Salas, José A., 1980. Geotecnia y Cimientos. Editorial Rueda, 1980.

Riccardi, G., Basile, P. A., Stenta, H., Riesco, G. y Baglietto, P. Ajuste regional de predadores de erosión en lechos cohesivos. XX Congreso Nacional del Agua, Mendoza (Argentina), mayo, 2005.

OLGA LUCIA MEZA BARRAGAN
Ingeniero sanitario y ambiental
Tarjeta Profesional No 22236-246574 COR

CARTA DE RESPONSABILIDAD

CERETE, junio de 2026

REFERENCIA: "CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS DIFERENTES SECTORES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CERETÉ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA".

Yo, **OLGA LUCIA MEZA BARRAGAN** realice el estudio hidrológico e hidráulico del proyecto de referencia y asumo toda la responsabilidad por el alcance de este. Informe requerido para la: **"CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS DIFERENTES SECTORES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CERETÉ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA"**. Siempre y cuando el constructor cumpla las recomendaciones dichas en el presente informe.

Cualquier modificación al Estudio Hidrológico e Hidráulico, únicamente con mi autorización directa.



OLGA LUCÍA MEZA BARRAGÁN

Ing. Sanitaria y Ambiental

Esp. Ingeniería de sistemas hídricos urbanos

REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA



MATRICULA PROFESIONAL No.
22236-246574 COR
INGENIERO SANITARIO Y
AMBIENTAL
DE FECHA 26/02/2013
OLGA LUCIA
MEZA BARRAGAN
C.C. 25998947
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
BOLIVARIANA SECC MONTERIA

Juan David Barahona
PRESIDENTE DEL CONSEJO

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO **25998947**

MEZA BARRAGAN
APELLIDOS

OLGA LUCIA
NOMBRES

Olga Meza
FIRMA



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO **25-AGO-1983**

MONTELIBANO
(CORDOBA)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.60 **A+** **F**
ESTATURA G.S. RH SEXO

07-JUN-2002 MONTELIBANO
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

Ivan Duque
REGISTRADOR NACIONAL
IVAN DUQUE ESCOBAR



P-1302500-38109445-F-0025998947-20021226 0041802358A 02 126920824

**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que OLGA LUCIA MEZA BARRAGAN, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 25998947, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL con MATRICULA PROFESIONAL 22236-246574 desde el 26 de Febrero de 2013, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 363.
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 dieciseis (16) días del mes de Septiembre del año dos mil veintiseis (2026).

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.