ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO

ESTUDIO HIDROLOGICO - HIDRAULICO



PROYECTO "MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE CALLES URBANAS UBICADAS EN LOS BARRIOS SAN GREGORIO, LOMITAS, ANTONIO NARIÑO, 20 DE JULIO, NAVARRO WOLF, LA ESPERANZA, GRAN COLOMBIA Y TURBAY AYALA DEL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

ABRIL 2025

OCAÑA Cra 13 No 16a-64
Barrio la Popa - Cel: 3167487960

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO 2
LISTA DE FIGURAS 3
LISTA DE TABLAS 6
INTRODUCCIÓN 8
1. GENERALIDADES 9
1.1. Localización del área de estudio 9
1.2. Descripción general 12
1.3. Normas y manuales 13
2. CLIMATOLOGIA 14
2.1. Elementos del clima 15
2.2. Parámetros climáticos en la zona de estudio 15
2.2.1. Precipitación en la zona 16
2.2.2. Temperatura 17
2.3. Hidrografía 19
2.3.1. Cuenca del Rio Catatumbo 19
2.3.2 Cuencas menores 19
2.3.3 Características de corrientes principales en el municipio de Villa del Rosario Norte de Santander 21
3. ESTUDIO HIDROLÓGICO 22
3.1 Áreas de drenaje 23
3.2 Información de precipitación 38
3.2.1 Curva IDF – Método de Gumbel 39
3.3 Tiempo de concentración 44
3.4 Calculo de coeficientes de escorrentía 46
3.5 Calculo de Hidrograma Sector de estudio 50
3.6 Intensidad de precipitación 60
4 ANÁLISIS DE RESULTADOS 61
4.1 Topografía del área de estudio 61
4.2 Identificación de variables 68
5 DISEÑO HIDRÁULICO 74
5.1.2. Periodo de retorno 74

5.1.3. Coeficiente De Rugosidad 75
5.1.4. Pendiente longitudinal de las vías del proyecto (Obra Nueva) 76
5.1.5 Alineación 76
5.1.6 Borde libre. 76
5.7 Capacidad hidráulica del área de estudio – Sección 1 77
5.8 Verificación de variables - sección Tipo 79
5.1 Diseño sumidero 80
5.2.1 Sumidero Rejilla 80
CONCLUSIONES 86
RECOMENDACIONES 88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de Villa del Rosario en el Departamento de Norte de Santander 9
Figura 2. Localización general del municipio de Villa del Rosario y su zona urbana 10
Figura 3. Localización del área de estudio - General 11
Figura 4. Variación anual de precipitación en Villa del Rosario 17
Figura 5. Variación anual de temperatura en Villa del Rosario 18
Figura 6 Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 10 Entre calle 22 y 23 Gran Colombia 24
Figura 7 Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 17 entre calles 6 y 7 con Calle 6 entre carreras 17 y 18, Barrio Turbay Ayala 25
Figura 9 Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio 27
Figura 10 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 3 N Con Carrera 11a, Barrio San Gregorio 28
Figura 11 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 7 Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño 29
Figura 12 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 7a Norte entre carrera 16 y 17 Barrio Antonio Nariño 30
Figura 13 Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño 31
Figura 14 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio 32
Figura 15 Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 15 entre calle 17N y 18N, Barrio La Esperanza 33

Figura 16 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 16 con Calle 18N Barrio La Esperanza 34
Figura 17 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 29N entre carrera 15 y 14 Barrio Navarro Wolf 35
Figura 18 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 29a N entre carrera 12 y 12a, Barrio Navarro Wolf 36
Figura 19 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 2 Cancha Sintética Lomitas 37
Figura 20 Variables de entrada 39
Figura 21. Periodo de retorno 40
Figura 22. Varia P.M.P(mm) para diferentes tiempos de duración Sg. Periodo de retornables de entrada 40
Figura 23. Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el periodo de retorno 41
Figura 24. Resumen de aplicación de regresión potencial 41
Figura 25. Ecuación para cálculo de las curvas IDF 41
Figura 26. Cálculo de las curvas IDF 42
Figura 27. Curvas IDF 43
***Figura 28**. Ecuación de Kirpich* 45
Figura 29 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Carrera 10 Entre calle 22 y 23 Gran Colombia 50
Figura 30. Hidrograma Triangular ajustado – Carrera 10 Entre calle 22 y 23 Gran Colombia 50
Figura 31 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Carrera 17 entre calles 6 y 7 con Calle 6 entre carreras 17 y 18 , Barrio Turbay Ayala 51
Figura 32. Hidrograma Triangular ajustado – Carrera 17 entre calles 6 y 7 con Calle 6 entre carreras 17 y 18 , Barrio Turbay Ayala 51
Figura 35 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio 52
Figura 36. Hidrograma Triangular ajustado – Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio 53
Figura 37 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 3 N Con Carrera 11a, Barrio San Gregorio 53
Figura 38. Hidrograma Triangular ajustado – Calle 3 N Con Carrera 11a, Barrio San Gregorio 53
Figura 39 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 7 Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño 54
Figura 40. Hidrograma Triangular ajustado –Calle 7 Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño 54
Figura 41 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona –Calle 7 Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño 54

Figura 42. Hidrograma Triangular ajustado –Calle 7 Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño 55
Figura 43 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño 55
Figura 44. Hidrograma Triangular ajustado – Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño 55
Figura 45 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio 56
Figura 46. Hidrograma Triangular ajustado – Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio 56
Figura 47 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Carrera 15 entre calle 17N y 18N, Barrio La Esperanza 56
Figura 48. Hidrograma Triangular ajustado – Carrera 15 entre calle 17N y 18N, Barrio La Esperanza 57
Figura 49 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 16 con Calle 18N Barrio La Esperanza 57
Figura 50. Hidrograma Triangular ajustado – Calle 16 con Calle 18N Barrio La Esperanza 57
Figura 51 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 29N entre carrera 15 y 14 Barrio Navarro Wolf 58
Figura 52. Hidrograma Triangular ajustado – Calle 29N entre carrera 15 y 14 Barrio Navarro Wolf 58
Figura 53 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 29a N entre carrera 12 y 12a, Barrio Navarro Wolf 58
Figura 54. Hidrograma Triangular ajustado – Calle 29a N entre carrera 12 y 12a, Barrio Navarro Wolf 59
Figura 56 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 2 Cancha Sintética Lomitas 59
Figura 57. Hidrograma Triangular ajustado – Calle 2 Cancha Sintética Lomitas 59
Figura 58. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Carrera 10 Entre calle 22 y 23 Gran Colombia 62
Figura 60. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Calle 2 Cancha Sintética Lomitas 63
Figura 61. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Calle 3 N Con Carrera 11a, Barrio San Gregorio 63
Figura 62. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Calle 29a N entre carrera 12 y 12a, Barrio Navarro Wolf 64
Figura 63. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Calle 29N entre carrera 15 y 14 Barrio Navarro Wolf 64
Figura 64. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio 64

Figura 65. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio 65
Figura 67. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Carrera 15 entre calle 17N y 18N, Barrio La Esperanza 66
Figura 68. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Calle 7a Norte entre carrera 16 y 17 Barrio Antonio Nariño 67
Figura 69. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Carrera 17 entre calles 6 y 7 con Calle 6 entre carreras 17 y 18 , Barrio Turbay Ayala 67
Figura 71. Estado actual de la Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio 68
Figura 72. Estado actual de la Calle 3 N Con Carrera 11a, Barrio San Gregorio 69
Figura 73. Estado actual de Calle 7Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño 69
Figura 74. Estado actual de la Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño 70
Figura 75. Estado actual de la Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio 70
Figura 76. Estado actual de la Calle 2 Cancha Sintética Lomitas 71
Figura 77. Estado actual de la Calle 29 entre 14 y 15 navarro Wolf 71
Figura 78. Estado actual de la Calle 29 calle 12A navarro Wolf 72
Figura 79. Estado actual de la Carrera 15 entre calle 17N y 18N, Barrio La Esperanza 72
Figura 80. Estado actual de la Carrera 10 entre calles 21 y 22 gran Colombia 73
Figura 81. Estado actual de la Carrera 17 entre calles 6 y 7 con Calle 6 entre carreras 17 y 18 , Barrio Turbay Ayala 73
Figura 82. Ecuación de Manning 77
Figura 83. Sección Transversal tipo Calle 7 Norte 81
Figura 84. Ecuación – Ancho Mojado (T) 81
Figura 85. Vista general - Sumidero de Rejilla 82
Figura 85. Sumidero de Rejilla Tipo 83
Figura 86. Vista en planta de sumidero 84
Figura 87. Sección Transversal de sumidero Corte A-A` 84
Figura 88. Vista en planta de sumidero Corte B-B` 84
Figura 89. Eficiencia de rejilla del sumidero 85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Limites municipio de Villa del Rosario 10
Tabla 2 Localización de las vías del proyecto - municipio de Villa del Rosario 12
Tabla 3 Información de estación IDEAM 16
Tabla 4. Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 10 Entre calle 22 y 23 Gran Colombia 24

Tabla 5. Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 17 entre calles 6 y 7 con Calle 6 entre carreras 17 y 18, Barrio Turbay Ayala 25
Tabla 7. Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio 27
Tabla 8. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 3 N Con Carrera 11a, Barrio San Gregorio 28
Tabla 9. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 7Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño 29
Tabla 10. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 7a Norte entre carrera 16 y 17 Barrio Antonio Nariño 30
Tabla 11. Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño 31
Tabla 12. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio 32
Tabla 13 Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 15 entre calle 17N y 18N, Barrio La Esperanza 33
Tabla 14. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 16 con Calle 18N Barrio La Esperanza 34
Tabla 15. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 29N entre carrera 15 y 14 Barrio Navarro Wolf 35
Tabla 16. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 29a N entre carrera 12 y 12a, Barrio Navarro Wolf 36
Tabla 17. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 2 Cancha Sintética Lomitas 37
Tabla 18. Precipitación máxima anual 2000 – 2024 Estación Villa del Rosario 38
Tabla 19 Tiempo de concentración en los sectores de estudio 46
Tabla 20 Numero de curva zona del proyecto 47
Tabla 21 Precipitaciones 2-6 mayo de 2001 48
Tabla 22. Numero de Curva _ Corrección por humedad sector_ Precipitación efectiva – zona de estudio 49
Tabla 23 Caudal de diseño 60
Tabla 24 Nivel de complejidad del sistema 74
Tabla 25 Coeficiente de Manning RAS 75
Tabla 26. Capacidad Hidráulica de las vías del proyecto de pavimentación del municipio de Villa del Rosario. 78
Tabla 27. Verificación de Variables – Velocidad – Esfuerzo Cortante – N° de Froude 79

INTRODUCCIÓN

Históricamente en el municipio de Villa del Rosario Norte de Santander las temporadas invernales causan inundaciones en diferentes zonas urbanas. Con el fin de mitigar dichas amenazas se han construido obras que permitan el control, a través de la captación y transporte de la escorrentía superficial.

En la actualidad existe un aumento en la construcción de proyectos, los cuales se están desarrollando en los sectores de expansión del municipio de Villa del Rosario, es ahí donde algunos de estos proyectos se han planificado en sectores donde existe alguna amenaza por inundación, ya que su ubicación colinda con ríos o quebradas de tipo permanente o Semi permanente en temporadas de invierno.

Es por lo que, en aras de mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector, salvaguardar su integridad, brindar mayor seguridad a la población y evitar la desvalorización del Predio donde se construirá el Proyecto de pavimentación de vías urbanas las cuales estarán ubicadas en el casco urbano del municipio de Villa del Rosario, se realizó el presente estudio que comprende "ESTUDIO HIDROLOGICO", con el objeto de determinar el comportamiento hidráulico en el área de estudio ante fenómenos extremos con periodos de retorno a 2 años ante los lapsos del periodo bimodal el cual presenta importantes precipitaciones para los meses (marzo – mayo) y (septiembre – noviembre) siendo este último el más representativo para la ciudad de Villa del Rosario.

1. GENERALIDADES

1.1. Localización del área de estudio

El proyecto de desarrollará en el municipio de Villa del Rosario, departamento de Norte de Santander, país Colombia, el municipio que se encuentra ubicado en la zona sur-oriental del departamento de Norte de Santander. Villa del Rosario esta localizado a 7 km de la capital del departamento con una temperatura media de 26° C, el municipio esta ubicado en la subregión oriental del departamento, con coordenadas geográficas Longitud al oeste 72°28´y Latitud Norte 7° 50; forma parte con una extensión de 228 km^2, de los cuales 191 km^2 el 84% corresponde a la zona rural con una topografía quebrada; su altitud es de 440 m.s.n.m y su zona horaria es UTC 5. La precipitación media anual es baja-moderada: 708 mm. El mes más lluvioso es octubre (111,8 mm). el mes más seco es julio (22,9mm).

Figura 1. Localización de Villa del Rosario en el Departamento de Norte de Santander



Fuente: Wikipedia

El municipio cuenta con los siguientes limites:

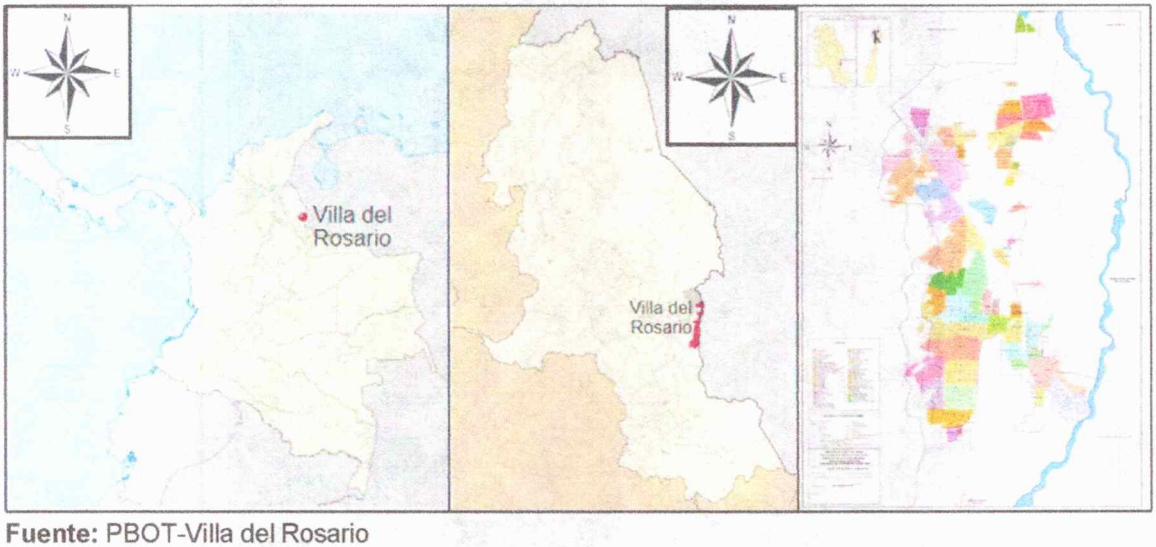
Tabla 1 Limites municipio de Villa del Rosario

PUNTO CARDINAL	LIMITES
Norte	República Bolivariana de Venezuela y Cúcuta
Sur	Municipios de Ragonvalia y Chinácota
Oriente	República Bolivariana de Venezuela
Occidente	Municipio de Los Patios

Fuente: PBOT Villa del Rosario

La superficie del municipio es 228 Km², los cuales representan el 1.05% del departamento de norte de Santander

Figura 2. Localización general del municipio de Villa del Rosario y su zona urbana



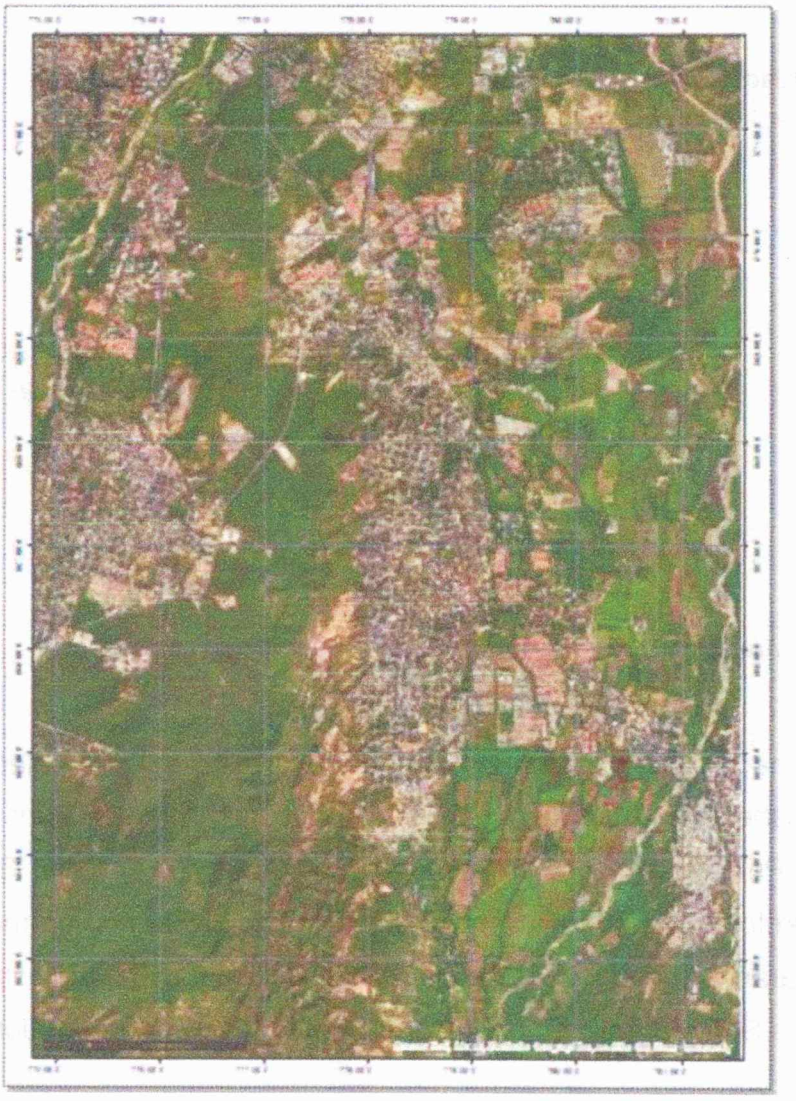
Fuente: PBOT-Villa del Rosario

El municipio hace parte oficialmente de la zona urbana del Área metropolitana de Cúcuta. Su cabecera municipal está dividida en los siguientes barrios: Montevideo, Lomitas, La Primavera, Las Pampas, La Esperanza, 20 de julio, San Gregorio, Santander, Antonio Nariño, Villa Antigua, El Centro, El Páramo, Primero de mayo, La Palmita, Gran Colombia, La Parada, Fátima, Bellavista, Piedecuesta, Gramalote, Turbay Ayala, San Martín, Santa Bárbara, San Judas Tadeo, San José y Sendero de Paz.

Tiene bajo su jurisdicción centros poblados de Juan Frío y Palogordo Norte, y las veredas de La Uchema, Lomitas, La Parada, Palogordo Sur, El Palmar, Luis Carlos Galán, Trincheras y Peracal.

La ubicación general del proyecto se puede observar en la figura 3, esta corresponde a una imagen del año 2024 en la cual se puede ver la ubicación del proyecto "Pavimentación en Pavimento Rígido – Vías Urbanas – Municipio Villa del Rosario – Norte de Santander".

Figura 3. Localización del área de estudio - General



Fuente: Arc Map_2025_Editado.

1.2. Descripción general.

El proyecto de pavimentación vías urbanas, se encuentra ubicado en el casco urbano del municipio de Villa de Rosario, Norte de Santander, el objetivo es analizar el comportamiento hidrológico e hidráulico del área de estudio; la pendiente igualmente presenta variaciones en el recorrido y aumenta su caudal en temporadas de invierno. En la tabla 1 se puede ver la localización especifica de las vías que serán intervenidas en el proyecto.

Tabla 2 Localización de las vías del proyecto - municipio de Villa del Rosario

Sectores	Ubicación
1	Calle 3N Carrera 11A Barrio San Gregorio
2	Carrera17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio
3	Calle 6 entre Carreras 17 Y 18 Barrio Turbay Ayala
4	Carrera 17 entre Calles 6 y 7 Barrio Turbay Ayala
5	Carrera 10 entre Calles 22 y 23 Barrio Gran Colombia
6	Calle 29AN Entre Carreras 12 y 12 A Barrio Navarro Wolf
7	Calle 29N Carreras 14 y 15 Barrio Navarro Wolf
8	Carrera 15 entre Calle 17N y 19N Barrio La Esperanza
9	Calle 7N entre Carreras 16 y 17 y Calle 9N Barrio Antonio Narino (Tramo 1)
10	Calle 7N entre Carreras 16 y 17 y Calle 9N Barrio Antonio Narino (Tramo 2)
11	Carrera 15 entre Calles 6N y 7N Barrio Antonio
12	Calle 2 entre Carreras 3 y 4 Barrio Lomitas
13	Calle 11N Carreras 11 y 12 Barrio 20 de Julio

Fuente: Consultor

1.3. Normas y manuales

Los análisis y alternativa propuesta se realizaron siguiendo estrictamente lo reglamentado por las siguientes normas y manuales en su última versión vigente.

- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS (Resolución 0330 de 2017) y la RESOLUCION 1096 DE 2000
- Resolución 0330 del 08 de junio del 2017. Esta normativa es aplicada a nivel nacional, dando lineamientos para la implementación de sumideros, los cuales se mencionan en el artículo 156°, donde se explica de manera clara la ubicación de los sumideros, el ancho de inundación mínimo permisible en las vías para el uso de estas estructuras y la descarga de las mismas, entre otros factores (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017).
- Sumideros y/o captación superficial de aguas lluvias en vías urbanas EMCALI Estos lineamientos creados por Empresas Municipales de Cali, establecen los criterios de diseño y construcción para los sumideros, para los sumideros, explicando los conceptos básicos a tener en cuenta, parámetros mínimos de diseño y los procedimientos necesarios para su implementación eficiente (Empresas Municipales de Cali, 2012).

2. CLIMATOLOGIA

La posición geográfica de Colombia en la zona ecuatorial, hace que esté bajo la influencia de la circulación de corrientes de aire húmedo, como los vientos alisios que convergen el territorio originando núcleos nubosos de gran desarrollo pluviométrico. La zona de gran desarrollo en nubes o cinturón nuboso denominado Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT); que se mueve a través de todo el territorio colombiano desplazándose desde la frontera Colombo-ecuatoriana, luego hacia la Costa Atlántica y regresa al sur.

Un factor modificador temporal del clima en nuestro país es el fenómeno de "La Niña". Este es un acontecimiento de naturaleza netamente oceánica y atmosférica y de la relación entre ellos como factores dinámicos generados y reguladores del clima mundial. Su manifestación espacial y temporal en nuestro territorio ha sido estudiada de manera sectorial.

El clima abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un período representativo: temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos. Estas épocas necesitan ser más largas en las zonas subtropicales y templadas que en la zona intertropical, especialmente, en la faja ecuatorial, donde el clima es más estable y menos variable en lo que respecta a los parámetros climáticos.

Los factores naturales que afectan al clima son la latitud, altitud, continentalidad, relieve, corrientes marinas, vegetación, vientos y rayos solares. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), respectivamente.

2.1. Elementos del clima

Los elementos constituyentes del clima son temperatura, presión, vientos, humedad y precipitaciones. Tener un registro durante muchos años de los valores correspondientes a dichos elementos con respecto a un lugar determinado, nos sirve para poder definir cómo es el clima de ese lugar. De estos cinco elementos, los más importantes son la temperatura y las precipitaciones, porque en gran parte, los otros tres elementos o rasgos del clima están estrechamente relacionados con los dos que se han citado. Ello significa que la mayor o menor temperatura da origen a una menor o mayor presión atmosférica, respectivamente, ya que el aire caliente tiene menor densidad y por ello se eleva (ciclón o zona de baja presión), mientras que el aire frío tiene mayor densidad y tiene tendencia a descender (zona de alta presión o anticiclón). A su vez, estas diferencias de presión dan origen a los vientos (de los anticiclones a los ciclones), los cuales transportan la humedad y las nubes y, por lo tanto, dan origen a la desigual repartición de las lluvias sobre la superficie terrestre.

2.2. Parámetros climáticos en la zona de estudio

Villa del Rosario está localizado a 7 km de la capital del departamento con una temperatura media de 26° C, el municipio está ubicado en la subregión oriental del departamento, con coordenadas geográficas Longitud al oeste 72°28´y Latitud Norte 7° 50; forma parte con una extensión de 228 km^2, de los cuales 191 km^2 el 84% corresponde a la zona rural con una topografía quebrada; su altitud es de 440 m.s.n.m y su zona horaria es UTC 5. La precipitación media anual es baja-moderada: 708 mm. El mes más lluvioso es octubre (111,8 mm). el mes más seco es julio (22,9mm).

Para el estudio se compilo la información climatológica disponible de la estación VILLA DEL ROSARIO [16010010], propiedad y dominio del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Se seleccionó la estación VILLA ROSARIO para el análisis de la precipitación en la zona, debido a su ubicación y cercanía de la cuenca hidrográfica que cubre las áreas de influencia del canal,

adicionalmente el periodo de información existente genera mayor confiabilidad en los datos, debido que presenta registros dentro de una ventana de observación favorable para el análisis de dicho proyecto. Se analizaron los datos de las estaciones teniendo en cuenta que este cubrimiento es representativo de las diferentes altitudes y de las características climatológicas

Tabla 3 *Información de estación IDEAM*

ESTACION	CÓDIGO	MUNICIPIO	TIPO	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ELEVACION (MSNM)	AÑOS DE REGISTRO
VILLA ROSARIO	16010010	Villa Rosario	C	7.8177777780 N -72.47777778	522	2020 - 2024

Fuente: IDEAM

2.2.1. Precipitación en la zona

Es el principal elemento climático que caracteriza el estado del tiempo y el clima en una región; repercute y condiciona aun una parte de las actividades humanas, pues de su distribución depende en gran medida el desarrollo de la actividad económica y social. El desplazamiento de la zona de convergencia intertropical en las latitudes bajas de Suramérica, a lo largo del año, marca un tiempo ciclónico, nublado y lluvioso. Su estacionalidad determina dos regímenes diferenciados de distribución de las lluvias: uno bimodal, dominante en Norte de Santander, caracterizado por la ocurrencia de dos períodos de mayores y dos de menores lluvias cada año; y otro, monomodal, en el cual, en cada año, hay una época de mayores y otra de menores lluvias.

En el régimen bimodal, la primera época de mayores lluvias se extiende, por lo general de marzo a junio y la segunda de septiembre a noviembre. Se pueden apreciar algunas diferencias especiales en cuanto a la iniciación y duración de las épocas lluviosas; por ejemplo, en Pamplona, Cúcuta, Sardinata y Tibú la primera temporada de lluvias está centrada en el mes de abril, mientras que en Ábrego y San Calixto está centrada en mayo y julio respectivamente. Solo hay un sector con régimen monomodal en el municipio de Chitagá debido a la influencia climática de los Llanos Orientales.

En el departamento Norte de Santander las zonas de mayor precipitación están en sus dos vertientes, al noreste en la cuenca del Catatumbo, municipio de Tibú con 2.554 mm/año y al sureste en la cuenca del Margua, el municipio de Toledo con más de 3.000 mm/año y las zonas de menores lluvias están diseminadas en la cuenca baja del río Pamplonita y Zulia (municipios de Cúcuta, Villa del Rosario y Los Patios), el sector central de la cuenca del alto Catatumbo (Ocaña. La Playa y norte de Ábrego) y la Serranía de Santurbán, sector occidental de la cuenca del Orinoco (Silos, Cacota y oriente de Pamplona y Pamplonita), con promedios anuales próximos a 1.000 mm.

La precipitación media anual es baja-moderada: 708 mm. El mes más lluvioso es octubre (111,8 mm). el mes más seco es julio (22,9mm), ver figura 4

Figura 4. Variación anual de precipitación en Villa del Rosario

Parámetros climáticos promedio de Villa del Rosario 1981–2010 [ocultar]

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Precipitación total (mm)	17	26	69	113	132	57	52	56	73	86	76	49	806
Días de precipitaciones (≥)	5	5	6	8	9	9	8	7	8	12	11	10	98

Fuente: IDEAM

2.2.2. Temperatura.

El gradiente térmico vertical GTV, o sea, la variación que experimenta la temperatura en un intervalo de elevación dado, es para Colombia aproximadamente 0,6°C/100 m. El gradiente de térmico para el Departamento de Norte de Santander al correlacionar la temperatura con la altura sobre el nivel del mar es de 1°C por cada 170 metros de diferencia altitudinal. En Norte de Santander, como consecuencia del dominio de relieves de montaña se tiene una variedad climática, desde el cálido a partir de 50 m.s.n.m., hasta el extremadamente frío (páramo alto) a más de 3.600 m.s.n.m., presentando amplias variaciones de temperatura que dan

lugar a los diferentes pisos térmicos. El piso térmico cálido en el departamento está localizado entre los 50 y 1.000 m.s.n.m., con una zona de transición de 400 metros; la temperatura media anual es superior a 24°C, predomina en el norte y noreste del departamento, o sea en las subcuencas que integran la cuenca del Catatumbo y al occidente en la subcuenca de San Alberto y Cáchira del Espíritu Santo, cubre prácticamente la mitad de la superficie departamental, alrededor del 49,3%. El piso térmico templado o medio comprende una faja altitudinal entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m., con una zona de transición de 400 metros; la temperatura media anual está entre 18 – 24°C y ocupa un 27% de la superficie departamental. Y el piso térmico frío está entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m., con una zona de transición de 300 metros; la temperatura media anual va de los 12 a los 18°C. Cubre el 16% de la superficie departamental

La temperatura del municipio de Villa del Rosario en donde está la zona urbana, la cual tiene una temperatura media de 25 C Las temperaturas más altas oscilan entre 31 y 33 Cy las más bajas oscilan entre 19 y 23°C.

Figura 5. Variación anual de temperatura en Villa del Rosario

Parámetros climáticos promedio de Villa del Rosario 1981–2010 [ocultar]

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	32	33	33	33	32	32	32	34	34	34	33	33	32.9
Temp. máx. media (°C)	25	26	26	27	27	27	27	28	28	27	26	25	26.5
Temp. media (°C)	24.6	24.9	25.3	25.5	26.6	26.7	26.8	27.1	27	26.3	25.4	24.6	26.5
Temp. mín. media (°C)	21	22	22	23	24	24	24	24	24	23	22	22	22.9
Temp. mín. abs. (°C)	20	19	20	21	20	20	21	20	19	19	18	18	19.5

Fuente: IDEAM

2.3. Hidrografía

Un rico sistema hidrográfico recorre el Departamento con tres cuencas de gran importancia: al norte la del río Catatumbo, al oeste la del Rio Magdalena y al suroeste, la del Rio Orinoco.

2.3.1. Cuenca del Rio Catatumbo

Nace con el nombre de Oroque, en el cerro de Jurisdicciones al sur de Abrego; corre hacia el norte hasta una depresión de la cordillera entre Abrego y Ocaña donde empieza a llamarse Algodonal, cruza la mesa de Ocaña y continúa su curso con el nombre de Catatumbo. En el municipio de El Tarra recibe las aguas del río Tarra y en el de Tibú las del río de Oro, que sirve de límite entre Venezuela y Colombia; desembocan sus aguas en el Lago de Maracaibo (República de Venezuela) al norte de la ensenada de Aguas Muertas. Tiene un curso aproximado de 450 km, de los cuales 240 estan o pertenecen al territorio colombiano.

2.3.2 Cuencas menores

Río Pamplonita: Constituye el principal afluente del río Zulia, nace en el Páramo de Fontibon a 3.100 m.s.n.m., al sureste de Pamplona; tiene una dirección general al norte y corre paralelo a los ríos Táchira y Zulia, sirve de límite entre Colombia y Venezuela en un trayecto de 13 km. Atraviesa los municipios de Bochalema, Cúcuta, Chinácota, Los Patios, Pamplona, Pamplonita y Puerto Santander. La Subcuenca del río Pamplonita está bastante intervenida ambientalmente, lo cual se explica por atravesar una región densamente poblada

Río Zulia: Nace en la Serranía a 4.000 m.s.n.m., en su recorrido hacia el norte recibe los ríos Cucutilla, Arboledas, Salazar, Peralonso y Pamplonita. Atraviesa el valle de su nombre, zona de gran perspectiva agroindustrial donde se aplica la técnica de represamiento y diques de contención para controlar las inundaciones y permitir la utilización de sus aguas para riego. El río baña los municipios de Arboledas, Cúcuta, Cucutilla, Durania, Mutiscua, El Zulia, San Cayetano, Salazar, Santiago, Puerto Santander y Tibú.

Río Sardinata: Nace en el Páramo de Guerrero a 3.400 m.s.n.m. en su territorio colombiano tiene una dirección noreste y en el sitio llamado Tres Bocas (municipio de Tibú) recibe las aguas de los ríos Tibú y presidente, adentrándose en territorio venezolano, donde es conocido con el nombre de Tarra. Tiene una longitud aproximada de 170 kms., en su recorrido, baña los municipios de Bucarasica, Lourdes, Sardinata, Tibú y Villa Caro. Recibe en el trayecto que recorre, por la margen izquierda, las quebradas San Juana, La Amarilla, La Esperanza y La Vega; por la margen derecha, los ríos Riecito y San Miguel y las quebradas de La Sapa, José, La Esmeralda, La Resaca y la de Pedro José que desemboca en Puerto Reyes. De este sitio sigue el Sardinata por territorio colombiano hasta el punto de Tres Bocas, para continuar luego por territorio venezolano hasta entregar sus aguas en el Catatumbo.

Río Cáchira del Espíritu Santo: Recorre los municipios de Cáchira, La Esperanza municipios del Norte de Santander, Rionegro de Santander y Río de Oro del Cesar, nace en el páramo de Guerrero a 3.400 m.s.n.m., desciende por el costado occidental de dicho páramo, recibe las aguas del río San Alberto del Espíritu Santo y desemboca en el río Lebrija, afluente del río Magdalena.

Río Táchira: Nace en inmediaciones del páramo de Tamá, en el cerro de Las Banderas, a una altura de 3.368 metros sobre el nivel del mar, siguiendo su curso hacia el norte, marca límites entre las Repúblicas de Colombia y Venezuela, a lo largo de los municipios de Herrán, Ragonvalia, Villa del Rosario y Cúcuta, municipios colombianos y Delicias, San Antonio y Ureña poblaciones de Venezuela. Entrega sus aguas al Pamplonita aguas arriba de la quebrada Piedras Negras, cerca del caserío de El Escobal. Como vertientes del Táchira se hallan las quebradas de El Salado, La Margarita, El Naranjal, Palogordo, Agua Sucia y la Horma.

Río Margua: Nace en la confluencia de los ríos Chitagá y Valegrá en el municipio de Toledo. En el límite con el departamento de Boyacá forma con el río Cobugon las fuentes del río Arauca. Sus afluentes principales son los ríos Colorado, Culagá, Chitagá, Saraito y Talco.

2.3.3 Características de corrientes principales en el municipio de Villa del Rosario Norte de Santander.

La red hidrográfica del municipio esta constituida por el rio Táchira que nace en el cerro las banderas, en el paramo del Tamá a una altura de 3368 m en el municipio de Herrán, al cual confluyen una serie de quebradas como Los Nogales, La Cañada, La Pajuila, El Mono y la Agua sucia.

3. ESTUDIO HIDROLÓGICO

El estudio hidrológico contempla el análisis y procesamiento de los datos hidrológicos disponibles para el cálculo de caudales para diseños hidráulicos, adicionalmente en la visita realizada en la zona se realizó una identificación de las zonas afectadas por las lluvias de las temporadas invernales para complementar la información obtenida durante el estudio.

En este estudio se analizaron los diferentes factores que influyen en la ocurrencia de inundaciones en los sectores de los diferentes proyectos de pavimentación, encontrando la necesidad de proyectar infraestructura que permita realizar el drenaje controlado de las aguas que circulan por la superficie y por ende minimizar el riesgo, los cuales se presenta en los planos del proyecto "*ESTUDIO HIDROLOGICO – PROYECTO PAVIMENTO RIGIDO – VIAS URBANAS – MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO*"

Luego de realizar la delimitación de las áreas de drenaje y analizar la información de las estaciones en la zona, se concluyó que la estación con la cual se va desarrollar el estudio es la denominada como "VILLA DEL ROSARIO" con Código 16010010. De esta estación se utilizaron datos de precipitaciones diarias, seguidamente se aplicó la prueba de datos dudosos para descartar los valores que estuvieran fuera del rango de confiabilidad, el rango utilizado fue del 95%. Con los datos filtrados se procedió construir una curva IDF por el método de Gumbel con el fin de tener una referencia de trabajo, ya q estas curvas solo se utilizan para la estimación de caudales por el método racional, el cual para este proyecto se recomienda usar por el tamaño de la cuenca que no supera en gran magnitud el área recomendada de 10 km^2. Igualmente, se analizará con el método del Soil Conservation Service, para el cual se analizó la precipitación del máximo evento en la ventana de tiempo (25 años) que corresponde a una precipitación de 137 mm registro tomado por dicha estación de análisis el día 7 de mayo de 2001.

3.1 Áreas de drenaje.

Es el medio circundante donde las actividades de construcción y operación del proyecto inciden directamente y será aquella en la cual se implantará toda la infraestructura de captación y transporte de escorrentía. Para determinar el área de incidencia se utilizan criterios geográficos (Topografía) en las zonas donde se proyecta la construcción de obra nueva "Pavimentación en concreto rígido". Se habla de área de influencia para referir el área geográfica en la que su población será beneficiada positivamente por las actividades constructivas. El área de influencia tiene una serie de variables y criterios para su delimitación como lo son: Factores ambientales (topografía, hidrología), infraestructura (vías, puentes, alcantarillado sanitario y pluvial, agua potable, comunicación, densidad de la población, viviendas) y factores socioeconómicos. Adicionalmente, se deben definir las áreas o cuencas sanitarias, que van a hacer aportes (áreas aferentes) de caudal al sistema, identificando las quebradas, caños y coberturas que se encuentren en la cuenca de análisis.

El área de drenaje que actualmente maneja el canal este compuesto por tres tipos de cobertura.

1. Zona montañosa, ladera con vegetación.
2. Zona montañosa, ladera sin vegetación.
3. Zona urbana.

El proyecto presenta las siguientes áreas de drenaje.

Figura 6 Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 10 Entre calle 22 y 23 Gran Colombia



Fuente: Google Earth Editado

Tabla 4. Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 10 Entre calle 22 y 23 Gran Colombia

ZONA OBRA NUEVA	AREA ha
Zona Urbana Cubiertas	2.0
Zona – Vía secundaria	0.18

Fuente: Consultor

Figura 7 Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 17 entre calles 6 y 7 con Calle 6 entre carreras 17 y 18, Barrio Turbay Ayala



Fuente: Google Earth Editado

Tabla 5. Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 17 entre calles 6 y 7 con Calle 6 entre carreras 17 y 18, Barrio Turbay Ayala

ZONA OBRA NUEVA	AREA ha
Zona Urbana Cubiertas	0.10
Zona – Vía secundaria	0.30
Zona Protegida	1.41

Fuente: Consultor

Figura 9 Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio



Fuente: Google Earth Editado

Tabla 7. Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio

ZONA OBRA NUEVA	AREA ha
Zona Urbana Cubiertas	0.10
Zona – Vía secundaria	0.28
Zona Protegida	0.34

Fuente: Consultor

Figura 10 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 3 N Con Carrera 11a, Barrio San Gregorio



Fuente: Google Earth Editado

Tabla 8. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 3 N Con Carrera 11A, Barrio San Gregorio

ZONA OBRA NUEVA	AREA ha
Zona Protegida	0.28
Zona – Vía secundaria	0.1

Fuente: Consultor

Figura 11 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 7 Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño



Fuente: Google Earth Editado

Tabla 9. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 7Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño

ZONA OBRA NUEVA	AREA ha
Zona Urbana Cubiertas	0.16
Zona – Vía secundaria	0.42
Zona Protegida	0.52

Fuente: Consultor

Figura 12 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 7 Norte entre carrera 16 y 17 Barrio Antonio Nariño



Fuente: Google Earth Editado

Tabla 10. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 7 Norte entre carrera 16 y 17 Barrio Antonio Nariño

ZONA OBRA NUEVA	AREA ha
Zona Urbana Cubiertas	0.16
Zona – Vía secundaria	0.42
Zona Protegida	0.52

Fuente: Consultor

Figura 13 Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño



Fuente: Google Earth Editado

Tabla 11. Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño

ZONA OBRA NUEVA	AREA ha
Zona Urbana Cubiertas	0.7
Zona – Vía secundaria	0.1

Fuente: Consultor

Figura 14 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio



Fuente: Google Earth Editado

Tabla 12. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio

ZONA OBRA NUEVA	AREA ha
Zona Urbana Cubiertas	0.47
Zona – Vía secundaria	0.10

Fuente: Consultor

Figura 15 Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 15 entre calle 17N y 18N, Barrio La Esperanza



Fuente: Google Earth Editado

Tabla 13 Áreas de drenaje sector de estudio Carrera 15 entre calle 17N y 18N, Barrio La Esperanza

ZONA OBRA NUEVA	AREA ha
Zona Urbana Cubiertas	0.97
Zona – Vía secundaria	0.15

Fuente: Consultor

Figura 16 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 16 con Calle 18N Barrio La Esperanza



Fuente: Google Earth Editado

Tabla 14. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 16 con Calle 18N Barrio La Esperanza

ZONA OBRA NUEVA	AREA ha
Zona Urbana Cubiertas	0.97
Zona – Vía secundaria	0.15

Fuente: Consultor

Figura 17 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 29N entre carrera 15 y 14 Barrio Navarro Wolf



Fuente: Google Earth Editado

Tabla 15. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 29N entre carrera 15 y 14 Barrio Navarro Wolf

ZONA OBRA NUEVA	AREA ha
Zona Urbana Cubiertas	0.61
Zona – Vía secundaria	0.10

Fuente: Consultor

Figura 18 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 29A N entre carrera 12 y 12a, Barrio Navarro Wolf



Fuente: Google Earth Editado

Tabla 16. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 29A N entre carrera 12 y 12A, Barrio Navarro Wolf

ZONA OBRA NUEVA	AREA ha
Zona Urbana Cubiertas	0.31
Zona – Vía secundaria	0.10

Fuente: Consultor

Figura 19 Áreas de drenaje sector de estudio Calle 2 entre Carreras 3 y 4 Barrio Lomitas



Fuente: Google Earth Editado

Tabla 17. Áreas de drenaje sector de estudio Calle 2 entre Carreras 3 y 4 Barrio Lomitas

ZONA OBRA NUEVA	AREA ha
Zona Urbana Cubiertas	0.24
Zona – Vía secundaria	0.10
Zona Protegida	0.46

Fuente: Consultor

3.2 Información de precipitación

A continuación, se muestran los datos de precipitación anual en mm, de la estación conocida con el nombre de "Gamarra", la cual se encuentra ubicada en el municipio de Villa del Rosario – Norte de Santander; esta permite un mejor análisis y confiabilidad en los cálculos que se adelantaran en el presente documento. Cabe resaltar que la información suministrada corresponde a los últimos veinte años con que se tienen registros oficiales, comprendido entre el 2000 y 2024, Ver tabla 21

Tabla 18. Precipitación máxima anual 2000 – 2024 Estación Villa del Rosario

Estación Villa Rosario (2000 - 2024)	
Años	Precipitación (mm)
2000	67
2001	137
2002	104
2003	92
2004	85
2005	96
2006	63.5
2007	77
2008	92
2009	63
2010	121
2011	124
2012	82
2013	77
2014	108.5
2015	95
2016	92.5
2017	89
2018	51.2
2019	86
2020	75.5
2021	67.5
2022	72
2023	69.5
2024	92.5

Fuente: IDEAM

3.2.1 Curva IDF – Método de Gumbel

Para el proyecto se planifico la construcción de unas curvas IDF por el método de Gumbel, posteriormente a la construcción se utilizará la curva con un periodo de retorno de 50 años a partir del cálculo de cada uno de los tiempos de concentración definidos en cada uno de los proyectos con el objetivo de estimar las intensidades que serán usadas para el cálculo de los caudales de diseño en cada zona de análisis.

A continuación, en las imágenes se puede ver un pequeño procedimiento de la construcción de las curvas IDF.

Figura 20 Variables de entrada

Promedio	87.188
Desv Stan (s)	20.533

La desviación estándar es:

$$\beta\pi/\sqrt{6}.$$

La media es $\mu + \gamma\beta$ donde γ = Constante de Euler-Mascheroni $\approx$ 0.5772156649015328606.

pi	3.14159
Beta	16.01
euler mascheroni	0.57722
μ	77.9471

Fuente: Consultor

Figura 21. Periodo de retorno

Tabla 2. Calculo de las precipitaciones diarias maximas probables para diferentes periodos de retorno

	VARIABLE REDUCIDA YT	PRECIPITACION XT-	Probabilidad de ocurrencia	Correcion de intervalo fijo
Periodo de retorno	$Y_T = -\ln\left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]$	$\bar{X} = \mu + \Sigma_n \cdot \beta_n$	$F_{(x,n)} = e^{-e^{-y}}$	$\left[\frac{T_{corregido}}{T}\right] \cdot X$
2	0.367	83.815	0.500	94.7
5	1.500	101.960	0.800	115.2
10	2.250	113.974	0.900	128.8
25	3.199	129.154	0.960	145.9
50	3.902	140.415	0.980	158.7
75	4.311	146.961	0.987	166.1
100	4.600	151.593	0.990	171.3
500	6.214	177.424	0.998	200.5

Fuente: Consultor

Figura 22. Varia P.M.P(mm) para diferentes tiempos de duración Sg. Periodo de retornables de entrada

Tabla 3. Precipitacion maxima Pd (mm) por tiempos de duracion de lluvia

DURACION	FACTOR DE	P.M.P(mm) para diferentes tiempos de duracion Sg. Periodo de retorno							
		2	5	10	25	50	75	100	500
24	1	94.71	115.22	128.79	145.94	158.67	166.07	171.30	200.49
18	0.91	86.19	104.85	117.20	132.81	144.39	151.12	155.88	182.45
12	0.8	75.77	92.17	103.03	116.76	126.94	132.85	137.04	160.39
8	0.68	64.40	78.35	87.58	99.24	107.90	112.92	116.48	136.33
6	0.61	57.77	70.28	78.56	89.03	96.79	101.30	104.49	122.30
5	0.57	53.99	65.67	73.41	83.19	90.44	94.66	97.64	114.28
4	0.52	49.25	59.91	66.97	75.89	82.51	86.35	89.08	104.25
3	0.46	43.57	53.00	59.24	67.13	72.99	76.39	78.80	92.22
2	0.39	36.94	44.93	50.23	56.92	61.88	64.77	66.81	78.19
1	0.3	28.41	34.56	38.64	43.78	47.60	49.82	51.39	60.15

Fuente: Consultor

Figura 23. Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el periodo de retorno

Tabla 4. Calculo de intensidad (mm/h)

tiempo de duracion		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el periodo de retorno							
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
24	1440	3.946	4.801	5.366	6.081	6.611	6.919	7.138	8.354
18	1080	4.788	5.825	6.511	7.378	8.022	8.396	8.660	10.136
12	720	6.314	7.681	8.586	9.730	10.578	11.071	11.420	13.366
8	480	8.050	9.793	10.947	12.405	13.487	14.116	14.561	17.042
6	360	9.629	11.714	13.094	14.838	16.131	16.883	17.416	20.383
5	300	10.797	13.135	14.682	16.638	18.088	18.931	19.528	22.856
4	240	12.312	14.978	16.743	18.973	20.627	21.589	22.269	26.064
3	180	14.522	17.666	19.748	22.378	24.329	25.463	26.266	30.742
2	120	18.469	22.467	25.114	28.459	30.940	32.383	33.404	39.095
1	60	28.413	34.565	38.637	43.783	47.601	49.820	51.390	60.147

Fuente: Consultor

Figura 24. Resumen de aplicación de regresión potencial

$$Y = \alpha \cdot X^{\beta} \qquad \begin{cases} \Sigma logY = log\alpha \cdot N + \beta \cdot \Sigma logX \\ \Sigma logX \cdot logY = log\alpha \cdot \Sigma logX + \beta \cdot \Sigma (logX)^2 \end{cases}$$

Tabla 5. Resumen de aplicación de regresion potencial

periodo de retorno	Coef de regresion	Exp de regresion
2	358.06	-0.616
5	435.57	-0.616
10	486.9	-0.616
25	551.75	-0.616
50	599.85	-0.616
75	627.81	-0.616
100	647.61	-0.616
500	757.95	-0.616
Promedio	558.1875	-0.616

Fuente: Consultor

Figura 25. Ecuación para cálculo de las curvas IDF

$$I = \frac{347.49\ T^{0.1338}}{t^{0.616}}$$

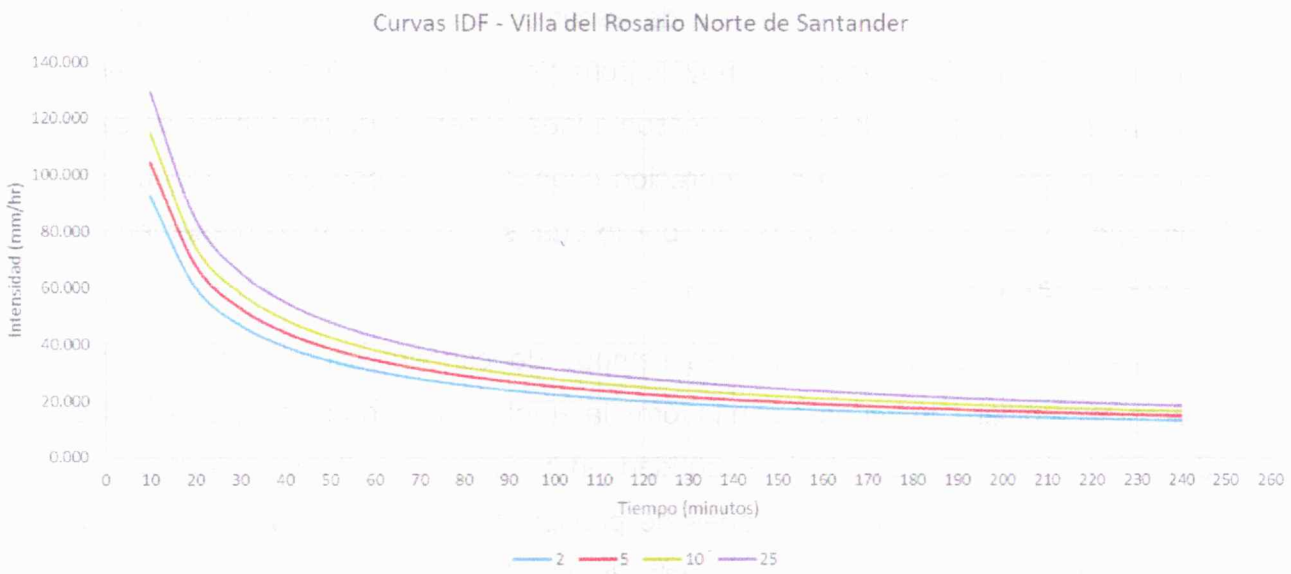
Fuente: Consultor

Figura 26. Cálculo de las curvas IDF

Duracion (t min)	frecuencia (T años)							
	2	5	10	25	50	75	100	500
10	92.304	104.343	114.483	129.416	141.992	149.908	155.791	193.226
20	60.226	68.082	74.698	84.441	92.647	97.812	101.650	126.075
30	46.915	53.034	58.188	65.778	72.170	76.194	79.184	98.210
40	39.296	44.422	48.739	55.096	60.450	63.820	66.324	82.261
50	34.250	38.717	42.479	48.020	52.686	55.624	57.807	71.697
60	30.611	34.604	37.967	42.919	47.089	49.715	51.666	64.080
70	27.838	31.469	34.527	39.031	42.824	45.211	46.985	58.275
80	25.640	28.984	31.801	35.949	39.442	41.641	43.275	53.674
90	23.846	26.956	29.575	33.433	36.682	38.727	40.247	49.917
100	22.347	25.262	27.717	31.332	34.377	36.293	37.717	46.780
110	21.073	23.821	26.136	29.545	32.417	34.224	35.567	44.113
120	19.973	22.578	24.772	28.003	30.725	32.438	33.711	41.811
130	19.012	21.492	23.581	26.656	29.247	30.877	32.089	39.799
140	18.164	20.533	22.528	25.467	27.941	29.499	30.657	38.023
150	17.408	19.679	21.591	24.407	26.779	28.272	29.381	36.441
160	16.729	18.912	20.749	23.456	25.735	27.170	28.236	35.021
170	16.116	18.218	19.989	22.596	24.792	26.174	27.201	33.737
180	15.559	17.588	19.297	21.814	23.934	25.268	26.260	32.570
190	15.049	17.012	18.665	21.100	23.150	24.441	25.400	31.503
200	14.581	16.483	18.085	20.443	22.430	23.681	24.610	30.523
210	14.149	15.995	17.549	19.838	21.766	22.979	23.881	29.619
220	13.750	15.543	17.053	19.278	21.151	22.330	23.207	28.783
230	13.378	15.123	16.593	18.757	20.580	21.727	22.580	28.005
240	13.032	14.732	16.163	18.272	20.047	21.165	21.995	27.281

Fuente: Consultor

Figura 27. Curvas IDF



Fuente: Consultor

3.3 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración de una cuenca, se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, punto de desagüe o punto de cierre. Está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado, y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante. El tiempo de concentración de la cuenca es muy importante porque en los modelos lluvia-escorrentía, la duración de la lluvia se asume igual al tiempo de concentración de la cuenca, puesto que es para esta duración cuando la totalidad de la cuenca está aportando al proceso de escorrentía, por lo cual se espera que se presenten los caudales máximos.

Aunque el cálculo de los diferentes tiempos de concentración para una hoya hidrográfica difiere de acuerdo con la fórmula empleada, se requiere que se utilice, desde el punto de vista de la seguridad en relación con menores tiempos de concentración (mayores intensidades de precipitación y/o histogramas de lluvias más concentrados), la fórmula de Kirpich. Por otro lado, se tomará como mínimo un tiempo de concentración igual a 15 min, con el fin de tener en cuenta el tiempo inicial que tarda el agua en concentrarse en una hoya y no sobreestimar la intensidad de precipitación que resultaría con valores calculados menores a este tiempo de concentración.[1]

El cálculo del tiempo de concentración se obtuvo a partir de la ecuación de Kirpich (ver figura 16), ahora bien, para las condiciones de la zona de estudio se encontraron los siguientes valores.

[1] Manual de drenaje INVIAS 2011

Figura 28. Ecuación de Kirpich

Kirpich (1940)

$t_c = 0.0078L^{0.77}S^{-0.385}$ **Ecuación 5 Tiempo de concentración Kirpich**

Donde:
t_c = Tiempo de concentración (min).
L = Longitud maxima de flujo de escorrentia superficial (pies).
S = Pendiente promedio entre el punto más alejado y el punto de entrada a la red.

En la tabla 19 se puede observar el tiempo de concentración de los diferentes sectores de estudio del proyecto de pavimentación.

Tabla 19 Tiempo de concentración en los sectores de estudio

Zona 1	Ubicación	Longitud (km)	Tc (min)
1	Carrera 10 Entre calle 22 y 23 Gran Colombia	0.092	4.23
2	Carrera 17 entre calles 6 y 7 Y Calle 6 entre carreras 17 y 18 , Barrio Turbay Ayala	0.058	3.87
3	Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio	0.047	1.15
4	Calle 3 N Con Carrera 11A, Barrio San Gregorio	0.047	1.25
5	Calle 7N entre Carreras 16 y 17 y Calle 9N Barrio Antonio Narino (Tramo 1)	0.057	1.23
6	Calle 7N entre Carreras 16 y 17 y Calle 9N Barrio Antonio Narino (Tramo 2)	0.24	4.91
7	Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio	0.086	2.33
8	Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio	0.095	1.35
9	Carrera 15 entre Calle 17N y 19N Barrio La Esperanza	0.208	2.84
10	Calle 16 con Calle 18N Barrio La Esperanza	0.057	2.15
11	Calle 29N Carreras 14 y 15 Barrio Navarro Wolf	0.123	3.59
12	Calle 29AN Entre Carreras 12 y 12 A Barrio Navarro Wolf	0.04	0.81
13	Calle 2 entre Carreras 3 y 4 Barrio Lomitas	0.103	2.72

Fuente: Consultor

3.4 Calculo de coeficientes de escorrentía

La RAS señala que en general, para el cálculo del caudal de diseño de los sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias se debe hacer uso de los métodos modernos de lluvia-escorrentía que incluyan modelos de infiltración. Estos últimos modelos incluyen los de Horton, Soil Conservation Service of USA y el de Green y Ampt.

Debido a que el área de la cuenca es relativamente un poco menor a las 80 hectáreas no es posible utilizar el método racional, por lo cual se seleccionó entonces el método desarrollado por el entonces Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (U.S. Soil Conservation Service, SCS) conocido actualmente como el Servicio de Conservación de los Recursos Naturales de los Estados Unidos (U.S. Natural Resources Conservation Service -NRCS); que permite determinar la precipitación efectiva producida por un evento de lluvia, para este proyecto se tomó como análisis el valor de 70 mm, el cual fue estimado a partir de la curva IDF para un periodo de 2 años y un tiempo de concentración de 15 min. El método asigna un número de curva (CN) característico de cada tipo de suelo de la cuenca, dependiendo de sus características de permeabilidad, para los suelos encontrados en el área de drenaje de la cuenca se tienen los siguientes números de curva

En la siguiente tabla 21 se pueden observar la asignación del número de curva (CN), en función de la superficie de las áreas analizadas en el proyecto.

Tabla 20 Numero de curva zona del proyecto

Descripción	CN
Zona Urbana Cubiertas	98
Zona – Vía secundaria	52
Zona protegida	0.6

Fuente: Consultor

Se seleccionó el evento del día 24 de julio de 2021 que registro en la estación una precipitación de 200 mm, la más alta del periodo analizado para el cálculo del número de curva (CN).

Este método es propuesto mediante un criterio para determinar obstrucciones (cantidad de agua lluvia que no se convierte en escorrentía) y la precipitación efectiva en función de la precipitación total, el uso del suelo, el método de los cultivos, pendiente y estado de humedad inicial por lo cual se recomienda revisar los datos de precipitación 5 días antes al evento de análisis ver tabla 22, así como

la época en la cual se encuentra el análisis (Verano o Invierno) para realizar las respectivas correcciones.

Tabla 21 Precipitaciones 2-6 mayo de 2001

Fecha	Precipitación mm
07/05/2001 0:00	137
06/05/2001 0:00	0
05/05/2001 0:00	17
04/05/2001 0:00	0
03/05/2001 0:00	4
02/05/2001 0:00	7

Fuente: IDEAM

Debido a que la sumatoria de la precipitación de los cinco días anteriores al evento es menor a 35 mm se realizó una corrección al CN inicial.

En la tabla 22 se puede observar los resultados del ajuste del número de curva para la cuenca existente.

Tabla 22. Numero de Curva _ Corrección por humedad sector_ Precipitación efectiva – zona de estudio

SECTOR	SUB CUENCA	Descripción	Área (ha)	% Área	CN (II)	%Área*CN(II)	CN (II)	CN (I) _ Corrección	Precipitación (cm)	Pe	C
1	1	Ladera Protegida	0	0.00	52	0	75	55.75	13.7	7.041	0.514
	2	Vias y Cubiertas	2.18	1.00	75	75					
2	3	Ladera Protegida	1.41	0.78	52	41	76	57.08	13.7	7.273	0.531
	4	Vias y Cubiertas	0.4	0.22	75	17					
3	5	Ladera Protegida	0.14	0.26	52	13	77	58.44	13.7	7.507	0.548
	6	Vias y Cubiertas	0.4	0.74	75	56					
4	7	Ladera Protegida	0.34	0.47	52	25	78	59.82	13.7	7.744	0.565
	8	Vias y Cubiertas	0.38	0.53	75	40					
5	9	Ladera Protegida	0.28	0.74	52	38	79	61.24	13.7	7.984	0.583
	10	Vias y Cubiertas	0.1	0.26	75	20					
6	11	Ladera Protegida	0.52	0.47	52	25	80	62.69	13.7	8.227	0.601
	12	Vias y Cubiertas	0.58	0.53	75	40					
7	13	Ladera Protegida	0.52	0.47	52	25	81	64.16	13.7	8.473	0.618
	14	Vias y Cubiertas	0.58	0.53	75	40					
8	15	Ladera Protegida	0	0.00	52	0	82	65.68	13.7	8.721	0.637
	16	Vias y Cubiertas	0.8	1.00	75	75					
9	17	Ladera Protegida	0	0.00	52	0	83	67.22	13.7	8.972	0.655
	18	Vias y Cubiertas	0.57	1.00	75	75					
10	19	Ladera Protegida	0	0.00	52	0	84	68.80	13.7	9.226	0.673
	20	Vias y Cubiertas	1.05	1.00	75	75					
11	21	Ladera Protegida	0	0.00	52	0	85	70.41	13.7	9.483	0.692
	22	Vias y Cubiertas	1.22	1.00	75	75					
12	23	Ladera Protegida	0	0.00	52	0	86	72.07	13.7	9.743	0.711
	24	Vias y Cubiertas	1.22	1.00	75	75					
13	25	Ladera Protegida	0	0.00	52	0	87	73.76	13.7	10.006	0.730
	26	Vias y Cubiertas	0.71	1.00	75	75					
14	27	Ladera Protegida	0	0.00	52	0	88	75.49	13.7	10.272	0.750
	28	Vias y Cubiertas	0.41	1.00	75	75					
15	29	Ladera Protegida	0	0.00	52	0	89	77.26	13.7	10.541	0.769
	30	Vias y Cubiertas	0.28	1.00	75	75					
16	31	Ladera Protegida	0.46	0.58	52	30	90	79.08	13.7	10.812	0.789
	32	Vias y Cubiertas	0.34	0.43	75	32					
17	33	Ladera Protegida	0.39	0.45	52	23	91	80.94	13.7	11.087	0.809
	34	Vias y Cubiertas	0.48	0.55	75	41					

Fuente: Consultor

3.5 Calculo de Hidrograma Sector de estudio

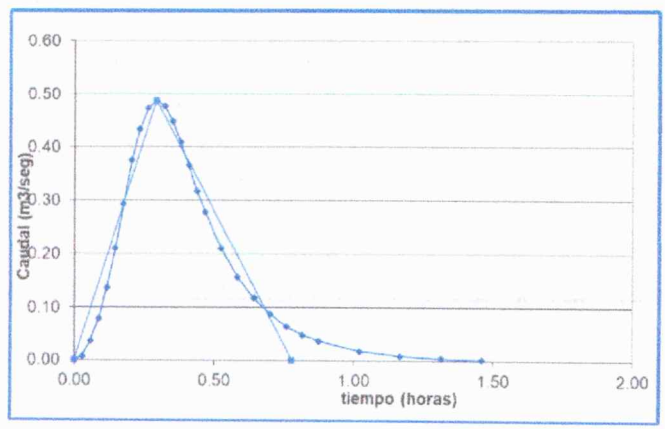
Para el cálculo del Hidrograma del área de estudio, se utilizó datos de entrada como fueron distancia del cauce principal, pendiente, área aferente y cotas de puntos de la cuenca, de igual forma como datos de entrada fue necesario el tiempo estimado de duración del evento analizado, así como el valor de la precipitación efectiva. Los datos de salida para la construcción del Hidrograma fueron tiempo de concentración, tiempo de punta, tiempo de base y caudal de punta, en la siguiente figura se pueden observar los cálculos realizados. En la figura 19 se puede ver el Hidrograma para las calles de estudio es de resaltar que estas vías son las presentan mayor área aferente.

Figura 29 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Carrera 10 Entre calle 22 y 23 Gran Colombia

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	301.76	ft	Pendiente=	0.0073 m/m
Cota max=	1558.984	ft	*(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)*	
Cota min=	1556.786	ft	t conc=	0.07 Horas
Superficie=	0.0218	km2	tiempo punta=	**0.29** horas
Precipitación=	31.34	mm	tiempo base=	0.78 horas
Duración P neta=	0.5	horas	Caudal de la punta=	**0.49** m^3/seg.
Pe	3.13	cm		
Nc(III)	55.75			
Preci evento=	13.7	cm		

Fuente: Consultor

Figura 30. Hidrograma Triangular ajustado – Carrera 10 Entre calle 22 y 23 Gran Colombia



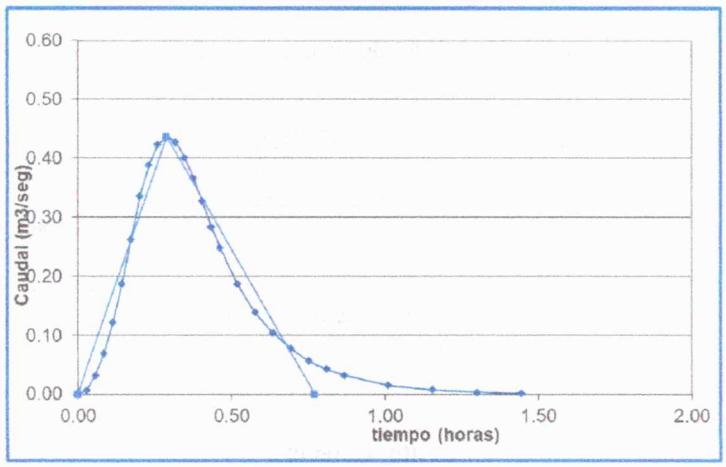
Fuente: Consultor

Figura 31 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Carrera 17 entre calles 6 y 7 con Calle 6 entre carreras 17 y 18 , Barrio Turbay Ayala

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	416.56	ft	Pendiente=	0.0169 m/m
Cota max=	1559.017	ft	*(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)*	
Cota min=	1551.965	ft	t conc=	0.07 Horas
Superficie=	0.018	km2	tiempo punta=	**0.29** horas
Precipitación=	33.69	mm	tiempo base=	0.77 horas
Duración P neta=	0.5	horas	Caudal de la punta=	**0.44** m^3/seg.
Pe	3.37	cm		
Nc(III)	57.08			
Preci evento=	13.7	cm		

Fuente: Consultor

Figura 32. Hidrograma Triangular ajustado – Carrera 17 entre calles 6 y 7 con Calle 6 entre carreras 17 y 18 , Barrio Turbay Ayala



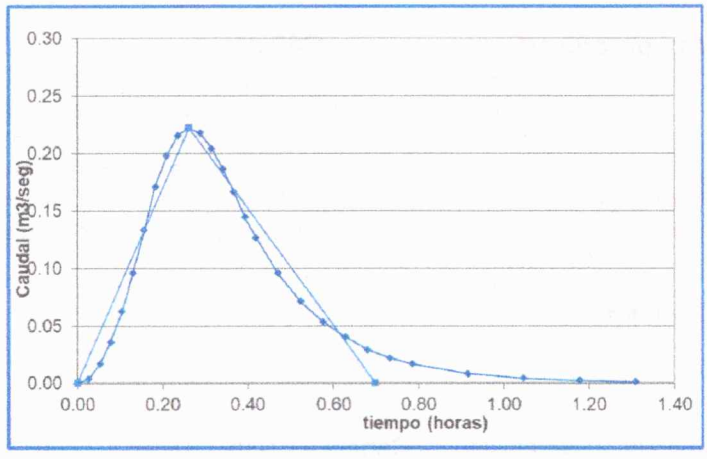
Fuente: Consultor

Figura 35 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	154.16	ft	Pendiente=	0.0553 m/m
Cota max=	1505.586	ft	*(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)*	
Cota min=	1497.058	ft	t conc=	0.02 Horas
Superficie=	0.0072	km2	tiempo punta=	**0.26** horas
Precipitación=	38.70	mm	tiempo base=	0.70 horas
Duración P neta=	0.5	horas	Caudal de la punta=	**0.22** m^3/seg.
Pe	3.87	cm		
Nc(III)	59.82			
Preci evento=	13.7	cm		

Fuente: Consultor

Figura 36. Hidrograma Triangular ajustado – Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio



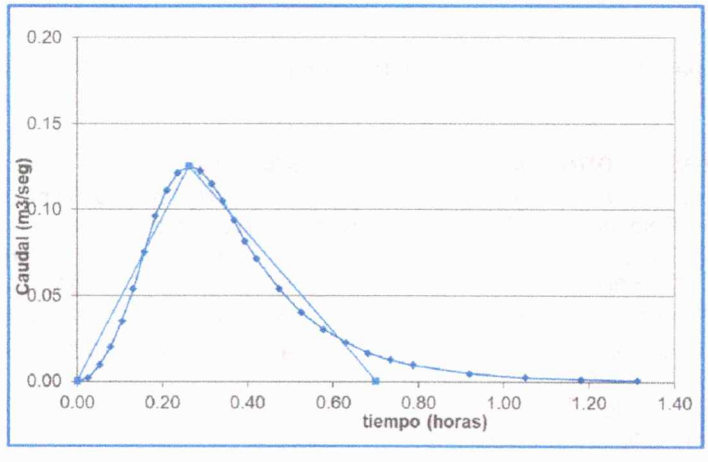
Fuente: Consultor

Figura 37 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 3 N Con Carrera 11a, Barrio San Gregorio

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	154.16	ft	Pendiente=	0.0443 m/m
Cota max=	1382.75	ft	*(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)*	
Cota min=	1375.927	ft	t conc=	0.02 Horas
Superficie=	0.0038	km2	tiempo punta=	**0.26** horas
Precipitación=	41.39	mm	tiempo base=	0.70 horas
Duración P neta=	0.5	horas	Caudal de la punta=	**0.12** m^3/seg.
Pe	4.14	cm		
Nc(III)	61.24			
Preci evento=	13.7	cm		

Fuente: Consultor

Figura 38. Hidrograma Triangular ajustado – Calle 3 N Con Carrera 11A, Barrio San Gregorio



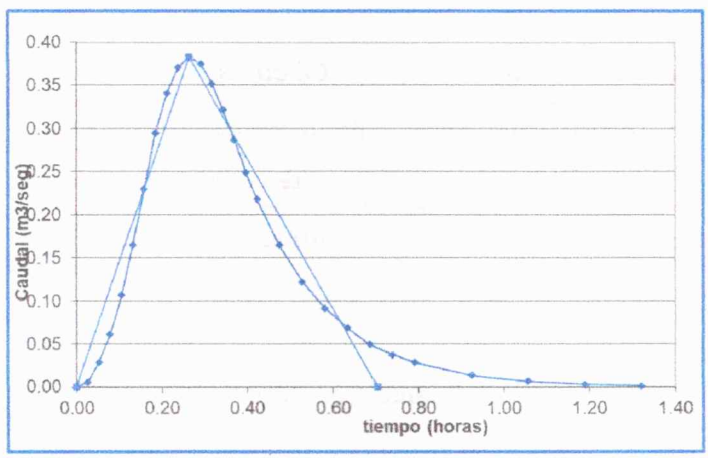
Fuente: Consultor

Figura 39 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 7 Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	186.96	ft	Pendiente=	0.0465 m/m
Cota max=	1439.231	ft	*(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)*	
Cota min=	1430.539	ft	t conc=	0.02 Horas
Superficie=	0.011	km2	tiempo punta=	**0.26** horas
Precipitación=	44.19	mm	tiempo base=	0.71 horas
Duración P neta=	0.5	horas	Caudal de la punta=	**0.38** m^3/seg.
Pe	4.42	cm		
Nc(III)	62.69			
Preci evento=	13.7	cm		

Fuente: Consultor

Figura 40. Hidrograma Triangular ajustado –Calle 7 Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño



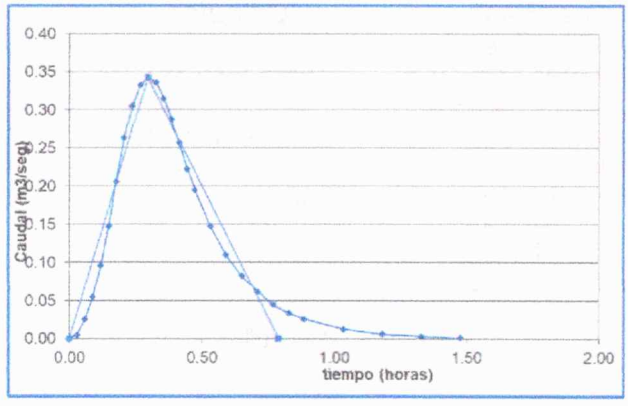
Fuente: Consultor

Figura 41 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona –Calle 7 Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	787.2	ft	Pendiente=	0.0408 m/m
Cota max=	1508.603	ft	*(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)*	
Cota min=	1476.459	ft	t conc=	0.08 Horas
Superficie=	0.011	km2	tiempo punta=	**0.30** horas
Precipitación=	44.19	mm	tiempo base=	0.79 horas
Duración P neta=	0.5	horas	Caudal de la punta=	**0.34** m^3/seg.
Pe	4.42	cm		
Nc(III)	62.69			
Preci evento=	13.7	cm		

Fuente: Consultor

Figura 42. Hidrograma Triangular ajustado –Calle 7 Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño



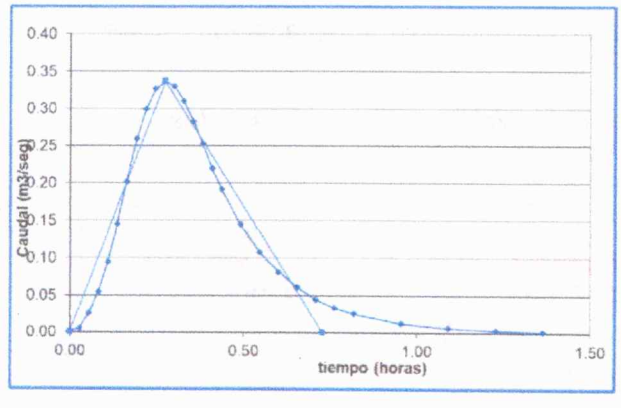
Fuente: Consultor

Figura 43 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	282.08	ft	Pendiente=	0.0308 m/m
Cota max=	1439.231	ft	*(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)*	
Cota min=	1430.539	ft	t conc=	0.04 Horas
Superficie=	0.0088	km2	tiempo punta=	**0.27** horas
Precipitación=	50.17	mm	tiempo base=	0.73 horas
Duración P neta=	0.5	horas	Caudal de la punta=	**0.34** m^3/seg.
Pe	5.02	cm		
Nc(III)	65.68			
Preci evento=	13.7	cm		

Fuente: Consultor

Figura 44. Hidrograma Triangular ajustado – Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño



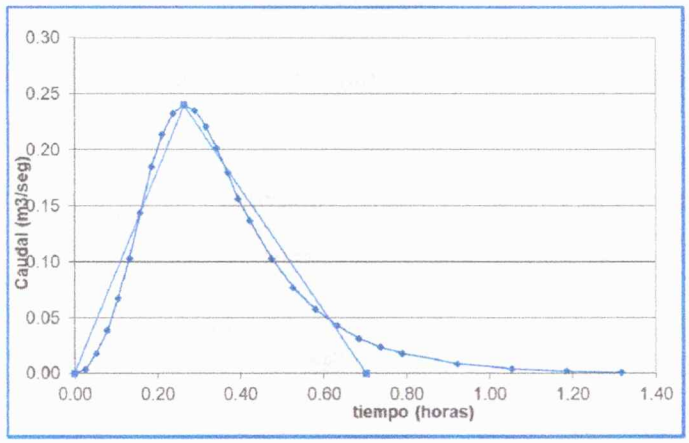
Fuente: Consultor

Figura 45 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	311.6	ft	Pendiente=	0.1442 m/m
Cota max=	1339.552	ft	*(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)*	
Cota min=	1294.616	ft	t conc=	0.02 Horas
Superficie=	0.0057	km2	tiempo punta=	**0.26** horas
Precipitación=	53.35	mm	tiempo base=	0.70 horas
Duración P neta=	0.5	horas	Caudal de la punta=	**0.24** m^3/seg.
Pe	5.33	cm		
Nc(III)	67.22			
Preci evento=	13.7	cm		

Fuente: Consultor

Figura 46. Hidrograma Triangular ajustado – Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio



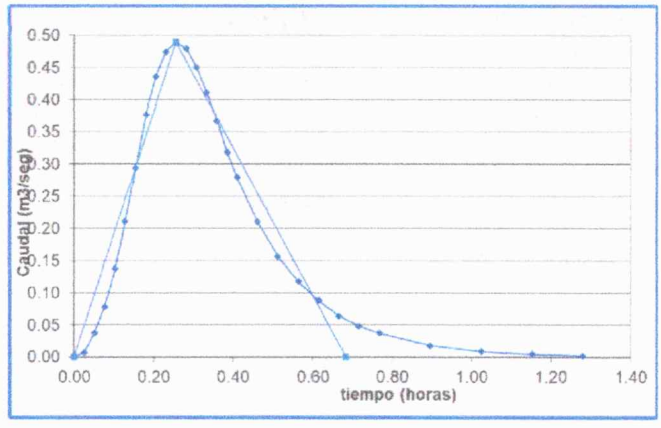
Fuente: Consultor

Figura 47 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Carrera 15 entre calle 17N y 18N, Barrio La Esperanza

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	295.2	ft	Pendiente=	1.1307 m/m
Cota max=	1444.709	ft	*(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)*	
Cota min=	1110.936	ft	t conc=	0.01 Horas
Superficie=	0.01	km2	tiempo punta=	**0.26** horas
Precipitación=	60.14	mm	tiempo base=	0.68 horas
Duración P neta=	0.5	horas	Caudal de la punta=	**0.49** m^3/seg.
Pe	6.01	cm		
Nc(III)	70.41			
Preci evento=	13.7	cm		

Fuente: Consultor

Figura 48. Hidrograma Triangular ajustado – Carrera 15 entre calle 17N y 18N, Barrio La Esperanza



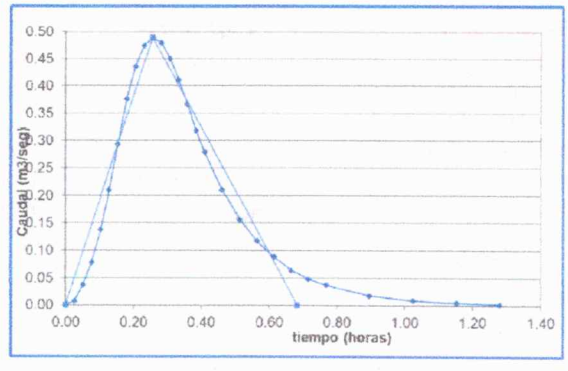
Fuente: Consultor

Figura 49 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 16 con Calle 18N Barrio La Esperanza

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	295.2	ft	Pendiente=	1.1307 m/m
Cota max=	1444.709	ft	*(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)*	
Cota min=	1110.936	ft	t conc=	0.01 Horas
Superficie=	0.01	km2	tiempo punta=	**0.26** horas
Precipitación=	60.14	mm	tiempo base=	0.68 horas
Duración P neta=	0.5	horas	Caudal de la punta=	**0.49** m^3/seg.
Pe	6.01	cm		
Nc(III)	70.41			
Preci evento=	13.7	cm		

Fuente: Consultor

Figura 50. Hidrograma Triangular ajustado – Calle 16 con Calle 18N Barrio La Esperanza



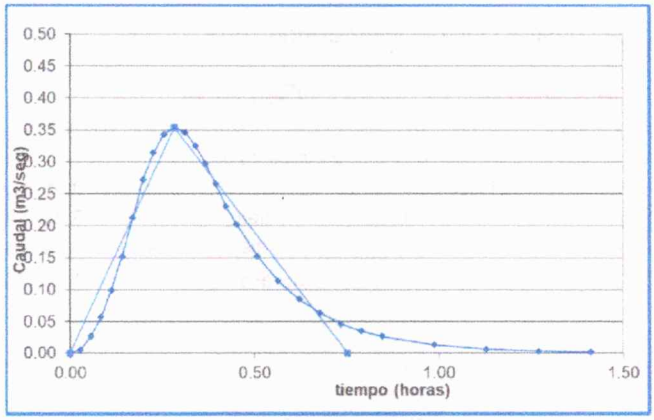
Fuente: Consultor

Figura 51 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 29N entre carrera 15 y 14 Barrio Navarro Wolf

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	403.44	ft	Pendiente=	0.0255 m/m
Cota max=	1417.78	ft	*(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)*	
Cota min=	1407.481	ft	t conc=	0.05 Horas
Superficie=	0.0071	km2	tiempo punta=	**0.28** horas
Precipitación=	67.58	mm	tiempo base=	0.75 horas
Duración P neta=	0.5	horas	Caudal de la punta=	**0.35** m^3/seg.
Pe	6.76	cm		
Nc(III)	73.76			
Preci evento=	13.7	cm		

Fuente: Consultor

Figura 52. Hidrograma Triangular ajustado – Calle 29N entre carrera 15 y 14 Barrio Navarro Wolf



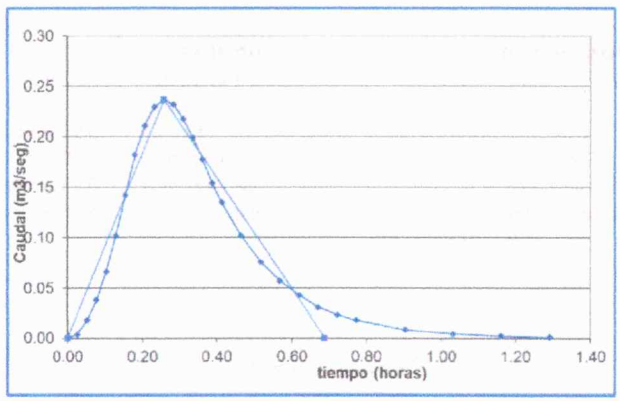
Fuente: Consultor

Figura 53 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 29A N entre carrera 12 y 12A, Barrio Navarro Wolf

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	131.2	ft	Pendiente=	0.1 m/m
Cota max=	1466.16	ft	*(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)*	
Cota min=	1453.04	ft	t conc=	0.01 Horas
Superficie=	0.0041	km2	tiempo punta=	**0.26** horas
Precipitación=	71.54	mm	tiempo base=	0.69 horas
Duración P neta=	0.5	horas	Caudal de la punta=	**0.24** m^3/seg.
Pe	7.15	cm		
Nc(III)	75.49			
Preci evento=	13.7	cm		

Fuente: Consultor

Figura 54. Hidrograma Triangular ajustado – Calle 29A N entre carrera 12 y 12A, Barrio Navarro Wolf



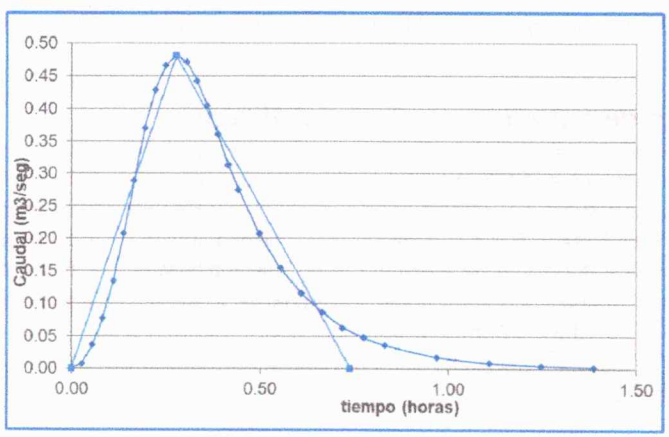
Fuente: Consultor

Figura 55 Cálculos para la construcción del Hidrograma zona – Calle 2 entre Carreras 3 y 4 Barrio Lomitas

Datos de entrada			***Cálculos***	
Long cauce=	337.84	ft	Pendiente=	0.0284 m/m
Cota max=	1224.26	ft	*(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)*	
Cota min=	1214.65	ft	t conc=	0.05 Horas
Superficie=	0.008	km2	tiempo punta=	**0.28** horas
Precipitación=	80.04	mm	tiempo base=	0.74 horas
Duración P neta=	0.5	horas	Caudal de la punta=	**0.48** m^3/seg.
Pe	8.00	cm		
Nc(III)	79.08			
Preci evento=	13.7	cm		

Fuente: Consultor

Figura 56. Hidrograma Triangular ajustado – Calle 2 entre Carreras 3 y 4 Barrio Lomitas



Fuente: Consultor

3.6 Intensidad de precipitación

Es la razón de incremento de la altura que alcanza la lluvia respecto al tiempo método desarrollado por el entonces Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (U.S. Soil Conservation Service, SCS) actualmente conocido como el Servicio de Conservación de los Recursos Naturales de los Estados Unidos (U.S. Natural Resources Conservation Service -NRCS), la intensidad tomada como referencia de análisis como se ha expresado en apartes anteriores es la del de un evento con retorno de 2 años para un tiempo de concentración de 15 minutos el cual corresponde a una valor de 70 mm; siendo este un valor registrado en varias oportunidades en la estación Villa Rosario en la venta de observación de 20 años. Construido los Hidrograma para los dos sectores de análisis se tomaron los valores de caudal pico para el análisis de las estructuras bajo un flujo permanente; ahora es de considerar que, en proyectos hidráulicos típicos, los cuales son de distancias o longitudes limitadas, es preferible asumir la onda cinemática, la cual mantiene constante el caudal, es vez de su contraparte dinámica, la cual atenúa el caudal. El uso de la onda cinemática asegura que el canal bajo diseño contendrá a todas las ondas, tanto cinemáticas como dinámicas. Visto bajo esta óptica, el uso del flujo no permanente (la onda dinámica) para el cálculo de tirantes (y elevaciones) en canales abiertos no parece ser necesario.

Tabla 23 Caudal de diseño

Zona	Caudal Diseño (m^3/s)
Área Proyecto Existente	0.54

Fuente: Consultor

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

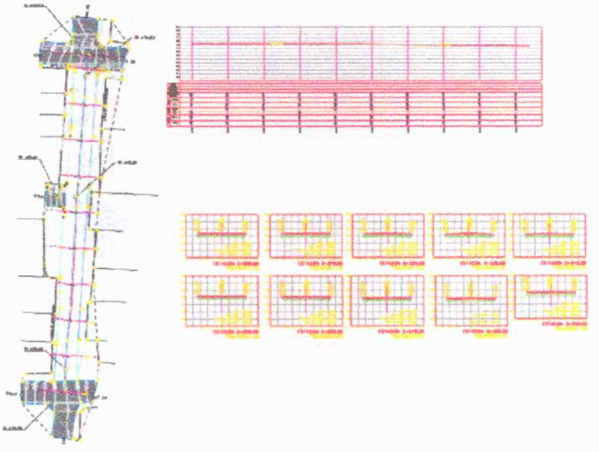
Luego de obtener los caudales que las áreas aferentes del proyecto de pavimentación, se procede a realizar el cálculo de la capacidad hidráulica y determinación de la cota máxima de la escorrentía superficial ante un fenómeno con un periodo de 2 años.

4.1 Topografía del área de estudio:

Se realizó un levantamiento topográfico con estación total, con el cual se realizó el respectivo proceso de puntos y la creación del modelo digital del terreno, de cada uno de las vías a intervenir, este tuvo como objetivo identificar las secciones transversales y perfiles longitudinales, tomando como referencia la ubicación del proyecto "Vías urbanas del Municipio de Villa del Rosario", en las figuras 66 a 80 se pueden observar la planta y sección longitudinal ubicando el proyecto.

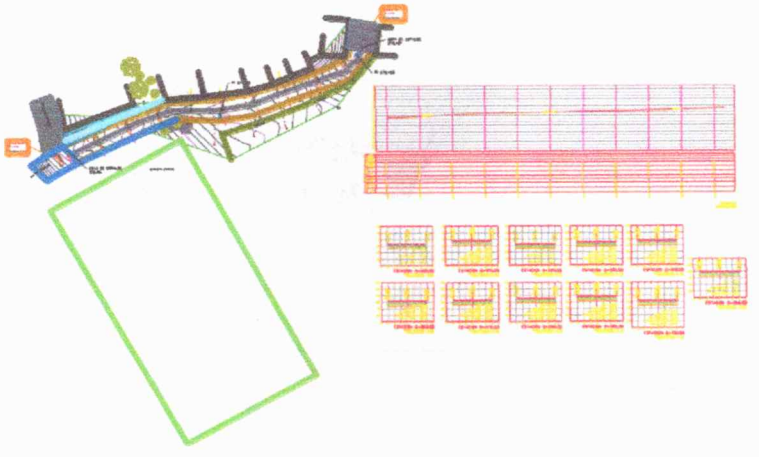
La pendiente de una recta es el grado de inclinación que se registra en una recta. Así, la pendiente S del de cada uno de los perfiles longitudinales se expresa en forma de metros de altura por metro de longitud en el proyecto "Pavimentación vías urbanas" siguiendo las recomendaciones se plantea una pendiente mínima de acuerdo a la topografía natural del terreno, la cual se puede ver en cada una de las figuras 66 a 80.

Figura 57. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Carrera 10 Entre calle 22 y 23 Gran Colombia



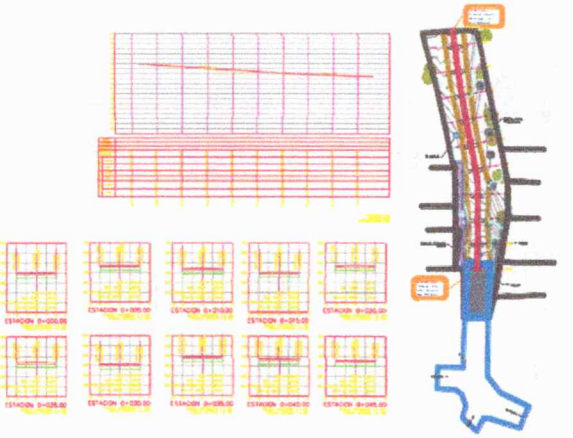
Fuente: Topógrafo – Consultor

Figura 59. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Calle 2 entre Carreras 3 y 4 Barrio Lomitas



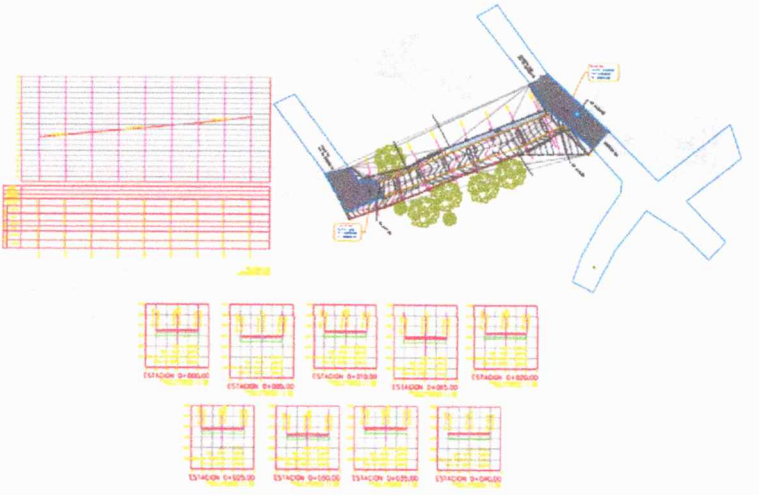
Fuente: Topógrafo - Consultor

Figura 60. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Calle 3 N Con Carrera 11A, Barrio San Gregorio



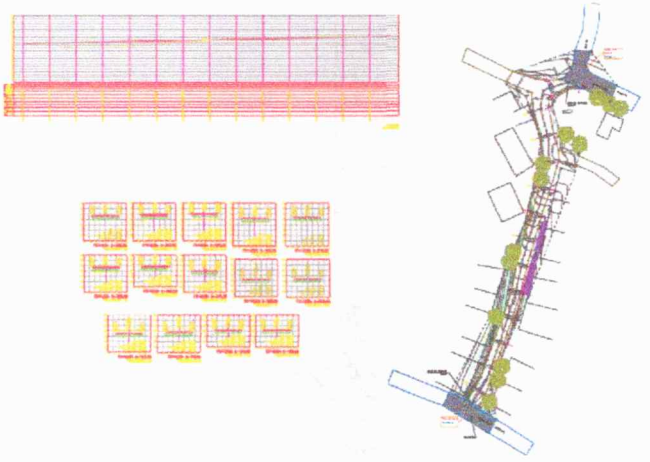
Fuente: Topógrafo - Consultor

Figura 61. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Calle 29A N entre carrera 12 y 12A, Barrio Navarro Wolf



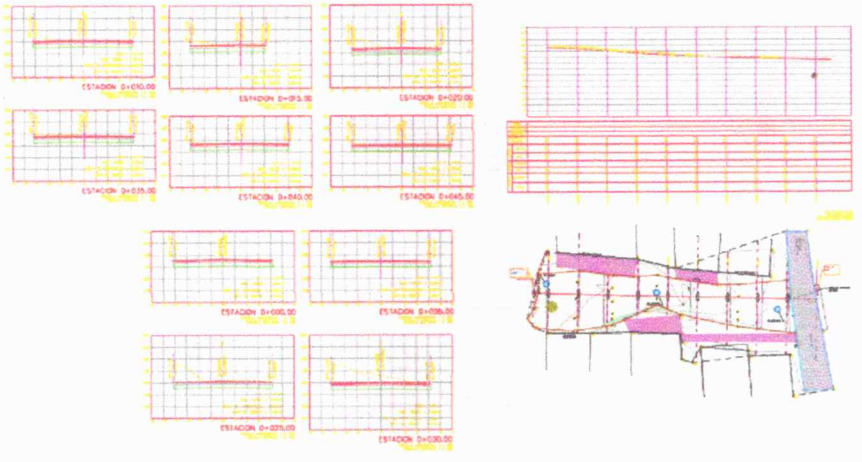
Fuente: Topógrafo – Consultor

Figura 62. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Calle 29N entre carrera 15 y 14 Barrio Navarro Wolf



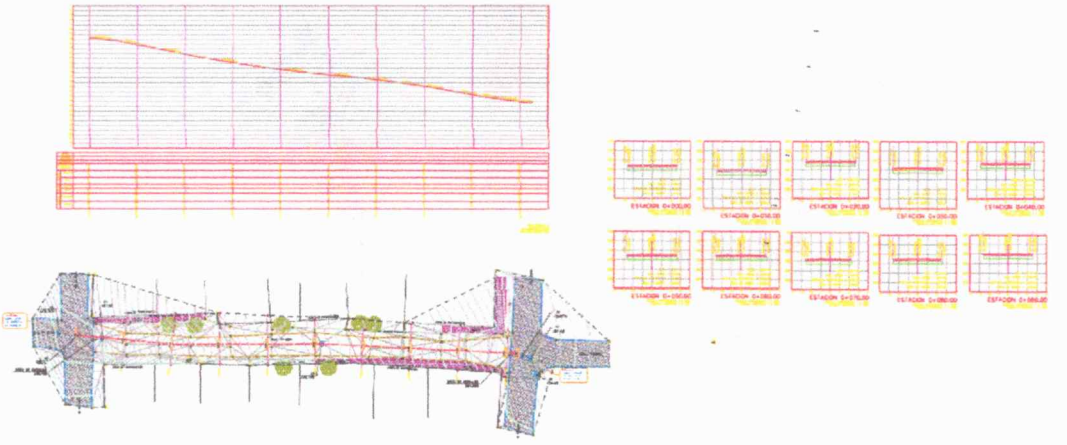
Fuente: Topógrafo - Consultor

Figura 63. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio



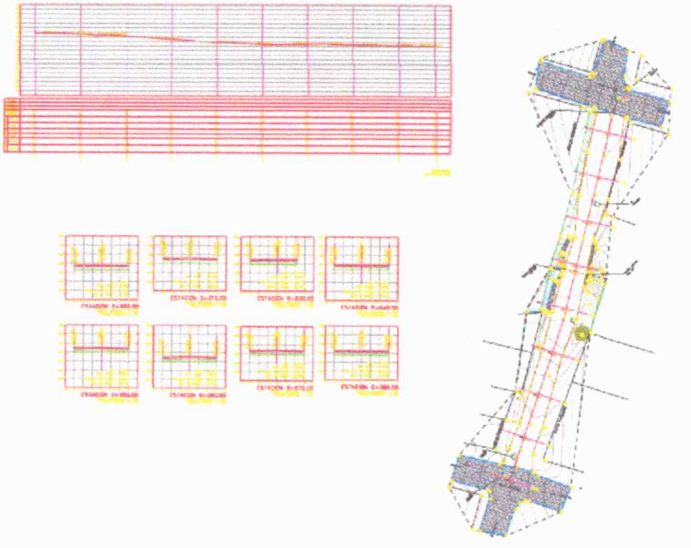
Fuente: Topógrafo - Consultor

Figura 64. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio



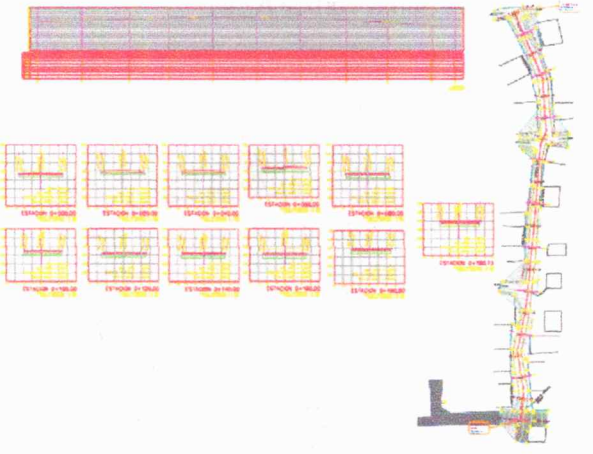
Fuente: Topógrafo - Consultor

Figura 65 Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño



Fuente: Topógrafo - Consultor

Figura 66. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Carrera 15 entre calle 17N y 18N, Barrio La Esperanza



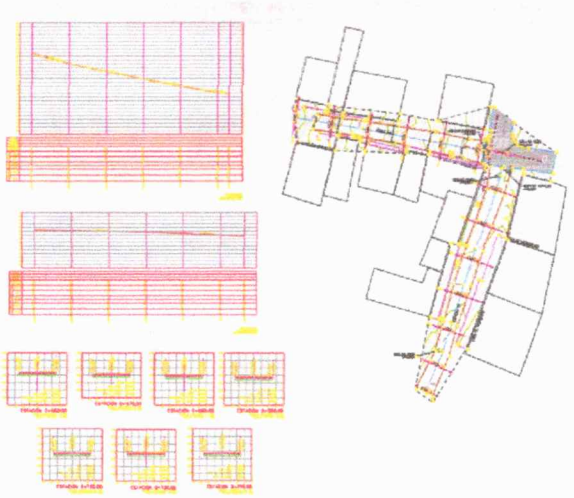
Fuente: Topógrafo - Consultor

Figura 67. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Calle 7a Norte entre carrera 16 y 17 Barrio Antonio Nariño



Fuente: Topógrafo - Consultor

Figura 68. Vista en Planta, perfil longitudinal y secciones transversales - Carrera 17 entre calles 6 y 7 con Calle 6 entre carreras 17 y 18 , Barrio Turbay Ayala



Fuente: Topógrafo - Consultor

4.2 Identificación de variables

Durante la visita técnica se logró identificar el estado actual en el que se encuentran las vías urbanas del municipio de Villa del Rosario obras.

En la imagen 69 se puede observar el estado actual de la Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio, la cual se encuentra en subrasante natural.

Figura 69. Estado actual de la Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio



Fuente: Consultor

En la imagen 70 se puede observar el estado actual de la Calle 3 N Con Carrera 11A, Barrio San Gregorio, la cual se encuentra en subrasante natural.

Figura 70. Estado actual de la Calle 3 N Con Carrera 11a, Barrio San Gregorio



Fuente: Consultor

En la imagen 71 se puede observar el estado actual de la Calle 7 Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño, la cual se encuentra en subrasante natural

Figura 71. Estado actual de Calle 7Norte entre carrera 16 y Calle 17 Barrio Antonio Nariño



Fuente: Consultor

En la imagen 72 se puede observar el estado actual de la Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño la cual se encuentra en subrasante natural

Figura 72. Estado actual de la Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño



Fuente: Consultor

En la imagen 73 se puede observar el estado actual de la Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio, la cual se encuentra en subrasante natural

Figura 73. Estado actual de la Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio



Fuente: Consultor

En la imagen 74 se puede observar el estado actual de la Calle 2 Cancha Sintética Lomitas, la cual se encuentra en subrasante natural

Figura 74. Estado actual de la Calle 2 Cancha Sintética Lomitas



Fuente: Consultor

En la imagen 75 se puede observar el estado actual de la Calle 29 entre 14 y 15 navarro Wolf, la cual se encuentra en subrasante natural

Figura 75. Estado actual de la Calle 29 entre 14 y 15 navarro Wolf



Fuente: Consultor

En la imagen 76 se puede observar el estado actual de la Calle 29 calle 12A navarro Wolf, la cual se encuentra en subrasante natural

Figura 76. Estado actual de la Calle 29 calle 12A navarro Wolf



Fuente: Consultor

En la imagen 77 se puede observar el estado actual de la Carrera 15 entre calle 17N y 18N, Barrio La Esperanza, la cual se encuentra en subrasante natural

Figura 77. Estado actual de la Carrera 15 entre calle 17N y 18N, Barrio La Esperanza



Fuente: Consultor

En la imagen 78 se puede observar el estado actual de la Carrera 10 entre calles 21 y 22 gran Colombia, la cual se encuentra en mal estado la rasante actual.

Figura 78. Estado actual de la Carrera 10 entre calles 21 y 22 gran Colombia



Fuente: Consultor

En la imagen 79 se puede observar el estado actual de la Carrera 17 entre calles 6 y 7 con Calle 6 entre carreras 17 y 18 , Barrio Turbay Ayala, la cual se encuentra en mal estado la rasante actual.

Figura 79. Estado actual de la Carrera 17 entre calles 6 y 7 con Calle 6 entre carreras 17 y 18 , Barrio Turbay Ayala



Fuente: Consultor

5 DISEÑO HIDRÁULICO

A partir de los parámetros establecidos por ministerio de desarrollo económico, documentación técnico normativa del sector de agua potable y saneamiento básico procedemos a identificar el nivel de complejidad del sistema teniendo en cuenta la población del sector donde se va a realizar el proyecto y la capacidad socioeconómica de la comunidad atendida el diseño de la estructura de drenaje para aguas lluvias se realiza para el municipio de Villa del rosario Norte de Santander específicamente en el proyecto "Construcción Pavimento Rígido Vías Urbanas – Municipio de Villa del Rosario" según el último CENSO de Población y vivienda, realizado por el DANE, durante el año 2023 la población era de 115364 habitantes según la resolución 1096 de 2000 l nivel de complejidad para el diseño es Alto

Tabla 24 Nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana [1] (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios [2]
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente: RESOLUCION 1096 DE 2000

5.1.2. Periodo de retorno

Se define como periodo de retorno de eventos hidrológicos máximos en obras de drenaje, el tiempo promedio expresado en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez. 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, el tráfico vehicular, el comercio, la industria, etc.

La lluvia de diseño con la que se realizó la modelación hidráulica de las obras es la máxima presentada en la serie de datos almacenada por la estación pluviométrica *"Villa del Rosario"* del IDEAM durante los últimos 23 años, periodo 2000 – 2023.

5.1.3. Coeficiente De Rugosidad

La rugosidad de las paredes de las cunetas (Concreto) y tuberías (PVC) es función del material con que están construidos, el acabado de la construcción y el tiempo de uso. Los valores son determinados en mediciones tanto de laboratorio como en el campo. Según el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS se debe utilizar la ecuación de Manning, el valor del coeficiente de rugosidad de Manning debe ser escogido apropiadamente, teniendo en cuenta los materiales que componen el perímetro mojado y el tipo de sedimentos que pueden ser transportados por la estructura Canal (Concreto) el RAS propone los siguientes coeficientes de rugosidad de Manning.

Tabla 25 Coeficiente de Manning RAS

Naturaleza del recubrimiento del canal		n de Manning[a] (s/m1/3)
Canales revestidos	Asfalto	0.013 - 0.017
	Mampostería o bloques	0.012 - 0.018
	Concreto	0.011 - 0.020
	Empedrado o cubierto de escombros	0.020 - 0.035
	Cubierta vegetal	0.030 - 0.400
Canales excavados sin revestir	Cubierta de tierra, alineamiento recto y uniforme	0.020 - 0.030
	Cubierta de tierra, alineamiento curvo y uniforme	0.025 - 0.040
	Excavado en roca	0.030 - 0.045
	Canales excavados sin mantenimiento	0.050 - 0.140
Canales naturales (menores de 30 m de longitud)	Sección bastante regular	0.030 - 0.070
	Sección irregular con algunos enchafcamientos	0.040 - 0.100

Fuente: RAS

Para el caso en estudio se adopta un valor de 0.015 teniendo en cuenta que se proyecta el revestimiento de las cunetas en concreto y el desgaste del mismo para su vida útil.

5.1.4. Pendiente longitudinal de las vías del proyecto (Obra Nueva)

La pendiente de una recta es el grado de inclinación que se registra en una recta. Así, la pendiente S del fondo se expresa en forma de metros de altura por metro de longitud, siguiendo las recomendaciones se proyecta una estructura rectangular, que funciona como un sistema de gravedad, ajustando las cotas de fondo, pendientes y secciones respectivas. Teniendo en cuenta las consideraciones se plantea una pendiente mínima de acuerdo con la topografía natural del terreno de m/m entre las abscisas de la proyección de las respectivas obras, sin embargo, las pendientes de las diferentes vías a intervenir serán las recomendadas en el diseño geométricos de vías.

5.1.5 Alineación

Según el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS las curvas horizontales deben diseñarse teniendo en cuenta las consideraciones apropiadas de peralte, con las justificaciones para cada caso.

Para definir la alineación de la estructura en el caso de estudio se tuvo en cuenta el levantamiento topográfico realizado y un reconocimiento del terreno, en el tramo de optimización se respetó el alineamiento existente.

5.1.6 Borde libre.

Según el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS Siempre deben hacerse las previsiones apropiadas de borde libre. El borde libre de las cuentas de diseño con revestimiento es el borde máximo para evitar el desbordamiento del flujo en las cunetas, este varía de acuerdo a la velocidad del flujo, la rugosidad del material de revestimiento y el ángulo convexo de las curvas

presentes en el mismo Según castellanos (2017) se recomienda que el borde libre sea el 30% del Y Crítico, obteniendo así la siguiente sección hidráulica.

5.7 Capacidad hidráulica del área de estudio – Sección 1

Para el cálculo de la capacidad hidráulica del drenaje se utilizará la ecuación de Manning (Figura 96), para el cual se usan variables como área de la sección, perímetro mojado de la sección, radio hidráulico, pendiente de la cuenca de descarga y coeficiente de rugosidad de la zona de análisis.

Figura 80. Ecuación de Manning

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

Donde
Q = Caudal (m^3/s)
n = Rugosidad
A = Área (m^2)
R = Radio hidráulico = Área de la sección húmeda / Perímetro húmedo

Fuente: Ven Te Chow

El proyecto de pavimentación de las vías urbanas del municipio de Villa del Rosario será ejecutado a partir de losas en concreto rígido, con un ancho variable entre los 5.0 a 6.0 m con escorrentía a dos (2) aguas y bombeo del 2%, se recomienda incluir bordillos de 0.2 m de alto para mejorar la capacidad hidráulica de las vías y de esta forma optimizar el transporte y evitar desbordamiento que puedan incurrir en afectaciones a los inmuebles de los diferentes sectores. Este sector corresponde a la verificación hidráulica del tramo de doble calzada la cual contara con un ancho de 5.0 m, siendo este la condición más crítica del proyecto.

En la tabla 26 se puede ver los respectivos cálculos de la capacidad hidráulica esta fue calculada con una altura de 0.20 m, con el fin de dejar un borde libre.

Tabla 26. Capacidad Hidráulica de las vías del proyecto de pavimentación del municipio de Villa del Rosario.

Zona 1	Ubicación	Capacidad Hidraulica (m3)	Escorentia (m3)
1	Carrera 10 Entre calle 22 y 23 Gran Colombia	0,58	0,49
2	Carrera 17 entre calles 6 y 7 Y Calle 6 entre carreras 17 y 18 , Barrio Turbay Ayala	0,889516556	0,44
3	Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio	1,604324222	0,22
4	Calle 3 N Con Carrera 11A, Barrio San Gregorio	1,434302349	0,12
5	Calle 7N entre Carreras 16 y 17 y Calle 9N Barrio Antonio Narino (Tramo 1)	1,469564206	0,38
6	Calle 7N entre Carreras 16 y 17 y Calle 9N Barrio Antonio Narino (Tramo 2)	1,378033123	0,34
7	Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño	1,19924748	0,34
8	Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio	2,590760479	0,24
9	Carrera 15 entre Calle 17N y 19N Barrio La Esperanza	2,157394538	0,49
10	Calle 16 con Calle 18N Barrio La Esperanza	1,671110624	0,49
11	Calle 29N Carreras 14 y 15 Barrio Navarro Wolf	1,08943084	0,35
12	Calle 29AN Entre Carreras 12 y 12 A Barrio Navarro Wolf	2,157394538	0,24
13	Calle 2 entre Carreras 3 y 4 Barrio Lomitas	1,149711155	0,48

Fuente: Consultor

Como se evidencia en los cálculos la capacidad hidráulica de la zona de estudio es superior al caudal del evento con un periodo de 2 años, pues la capacidad hidráulica es superior a la escorrentía en las áreas de estudio; con lo cual se puede ratificar la cota máxima de la escorrentía del área de análisis y por lo tanto corroborar que la capacidad hidráulica de las vías es superior a la escorrentía en la zona de estudio.

5.8 Verificación de variables - sección Tipo

Se realizó la verificación adicional a la capacidad hidráulica de variables como velocidad mínima, numero de froude y cortante, con el objetivo de corroborar el perfecto funcionamiento de la sección tipo planificada para el control y transporte de escorrentía. Ver Tabla 27

Tabla 27. Verificación de Variables – Velocidad – Esfuerzo Cortante – N° de Froude

Zona 1	Ubicación	Verificaciones			
		Capacidad Hidraulica (m3)	Velocidad (m/s)	Cortante (Pa)	No. Froude
1	Carrera 10 Entre calle 22 y 23 Gran Colombia	0,58	1,17	0,68	0,82
2	Carrera 17 entre calles 6 y 7 Y Calle 6 entre carreras 17 y 18 , Barrio Turbay Ayala	0,89	1,78	1,57	1,26
3	Carrera 17 entre Calles 2N y 3N Barrio San Gregorio	1,60	3,21	5,12	2,27
4	Calle 3 N Con Carrera 11A, Barrio San Gregorio	1,43	2,87	4,09	2,03
5	Calle 7N entre Carreras 16 y 17 y Calle 9N Barrio Antonio Narino (Tramo 1)	1,47	2,94	4,3	2,08
6	Calle 7N entre Carreras 16 y 17 y Calle 9N Barrio Antonio Narino (Tramo 2)	1,38	2,76	3,78	1,95
7	Carrera 15 entre calle 6 y 7 Norte Barrio Antonio Nariño	1,20	2,4	2,86	1,7
8	Calle 11 Norte entre carrera 11 y 12 Barrio 20 de Julio	2,59	5,18	13,35	3,66
9	Carrera 15 entre Calle 17N y 19N Barrio La Esperanza	2,16	4,31	9,26	3,05
10	Calle 16 con Calle 18N Barrio La Esperanza	1,67	3,34	5,56	2,36
11	Calle 29N Carreras 14 y 15 Barrio Navarro Wolf	1,09	2,18	2,36	1,54
12	Calle 29AN Entre Carreras 12 y 12 A Barrio Navarro Wolf	2,16	4,31	9,26	3,05
13	Calle 2 entre Carreras 3 y 4 Barrio Lomitas	1,15	2,3	2,63	1,63

Fuente: Consultor

5.1 Diseño sumidero

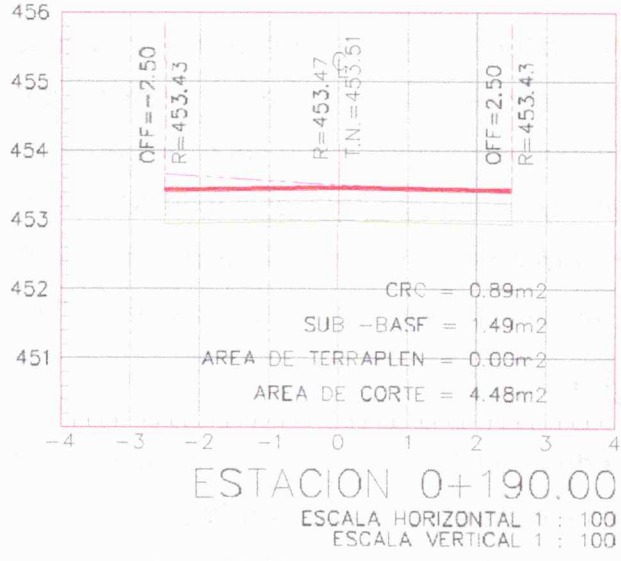
Estas estructuras tienen la función de captar la escorrentía superficial caída sobre las vías, para posteriormente ser conducida hacia el sistema de alcantarillado, con el fin de mantener una inundación mínima en las vías, para prevenir inundaciones que puedan generar inseguridad tanto para los conductores como los peatones de la zona; la capacidad hidráulica de este tipo de estructuras depende en gran parte de su geometría y de las características correspondientes al flujo de la cuneta.

5.2.1 Sumidero Rejilla

Consiste en una abertura en la canaleta o zanja cubierta por una rejilla, se desempeña satisfactoriamente en una amplia gama de grados de canalones; Las entradas de rejilla generalmente pierden capacidad con el aumento de la pendiente, pero en menor grado que las entradas de apertura de la acera. La principal ventaja de las entradas de rejilla es que están instaladas a lo largo de la carretera donde fluye el agua, por lo que se facilita su entrada, pero así mismo pueden obstruirse por basura flotante o escombros (FHWA, 2013).

- **Geometría de la Vía - Calle 7a Norte entre carrera 16 y 17 Barrio Antonio Nariño:** Se tiene una vía en concreto rígido de dos carriles de 7.0 m de ancho y un ancho de andén de 1.0 m, dicha vía cuenta con una pendiente longitudinal de 2.4% y un bombeo de 2%.

Figura 81. Sección Transversal tipo Calle 7 Norte



Fuente: Consultor

- **Ancho mojado (T):** El ancho de inundación de la vía se determina mediante la siguiente expresión:

Figura 82. Ecuación – Ancho Mojado (T)

$$T = \left(\frac{Q * n}{K_u * S_x^{1.67} * S_L^{0.5}} \right)^{0.375}$$

Para el caso específico del proyecto pavimentación Calle 7a Norte entre carrera 16 y 17 Barrio Antonio Nariño, municipio de Villa del Rosario – Norte de Santander.

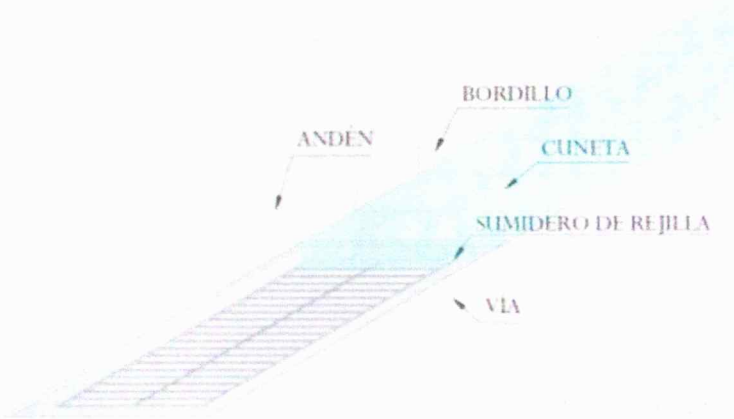
$$T = \left(\frac{0.34 * 0.015}{0.375 * 0.0390^{1.67} * 0.02^{0.5}} \right)^{0.375} = 3.16m$$

- **Profundidad del agua (y)**: La profundidad del flujo del agua junto al andén de calcula con la siguiente expresión:

$$Y_1 = TS_X$$

Y_1= 4.19*0.02=0.06m

Figura 83. Vista general - Sumidero de Rejilla

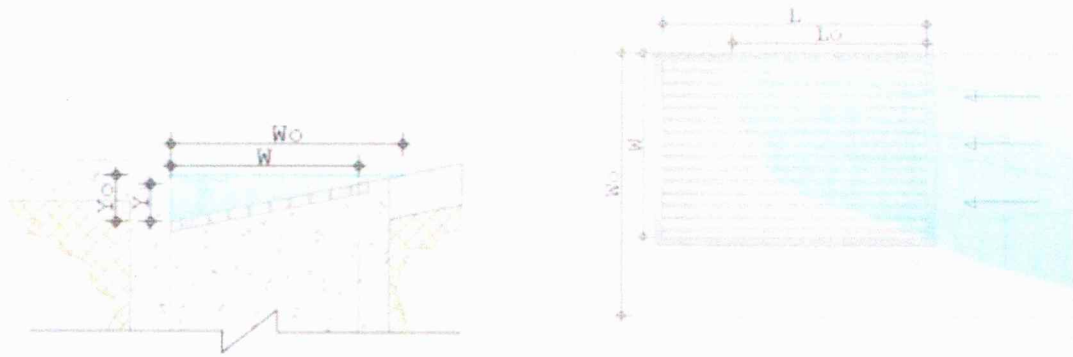


Fuente: EPM 2017

- **Cálculo de Longitud – Metodología Wen-Hsioung-Li**: Estudios realizados por el Prof. Wen-Hsiung-Li, para sumideros de rejilla sin depresión de la universidad Johns Hopkins, Baltimore, U.S.A, indicaron para el cálculo de las dimensiones del sumidero, la siguiente ecuación, teniendo en cuenta las variables mostradas en la Figura 85.

$$L = 0{,}326 * \left(\frac{z}{n} * I^{\frac{1}{2}}\right)^{\frac{3}{4}} * \left(\frac{Q_o^{\frac{1}{2}} * (w_o - w)}{z}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Figura 84. Sumidero de Rejilla Tipo



Fuente: (Norma Boliviana, 2007)

L= Longitud total de la reja, (m).

Z= Inverso de la pendiente transversal (-).

I= pendiente longitudinal, en (m/m).

n= Coeficiente de rugosidad de Manning.

Qo= Caudal de proyecto, en (m^3/s).

Wo= Ancho del espejo de agua en la cuneta (m).

W= Ancho horizontal de la reja (m).

$$L: 0.326 * \left(\frac{50}{0.015} * 0.039^{0.5}\right)^{\frac{3}{4}} * \left(\frac{0.34^{0.5} * (2.50 - 0.8)}{50}\right)^{0.5} : 5.93\ m$$

Figura 85. Vista en planta de sumidero

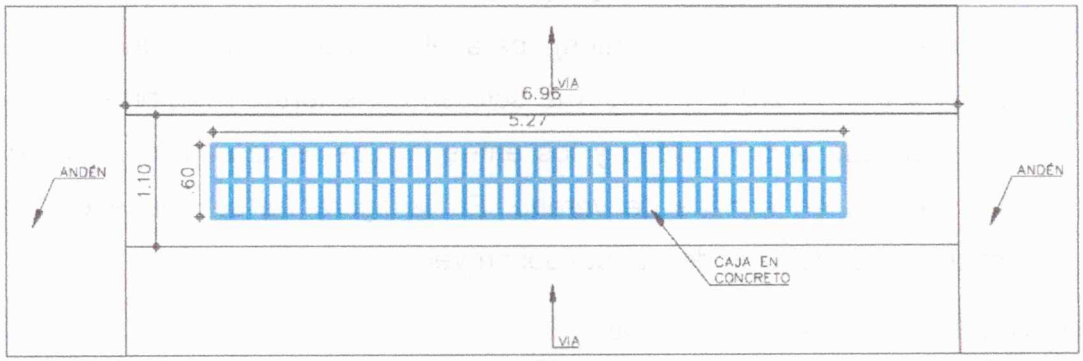


Figura 86. Sección Transversal de sumidero Corte A-A`

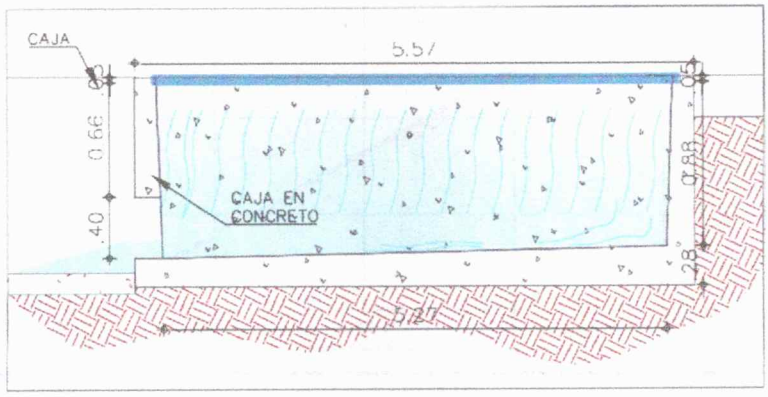
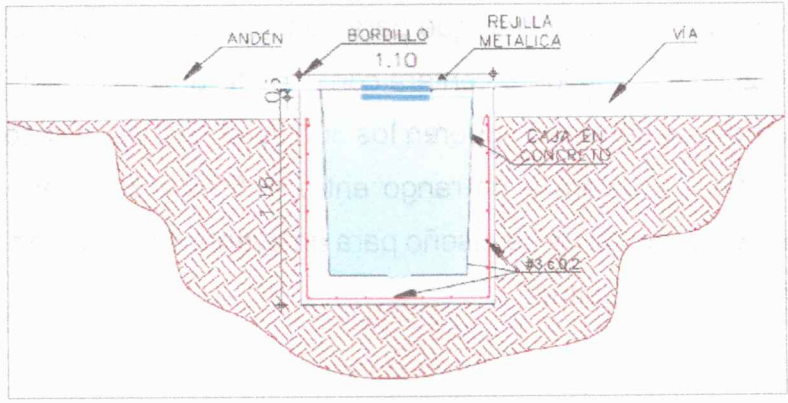


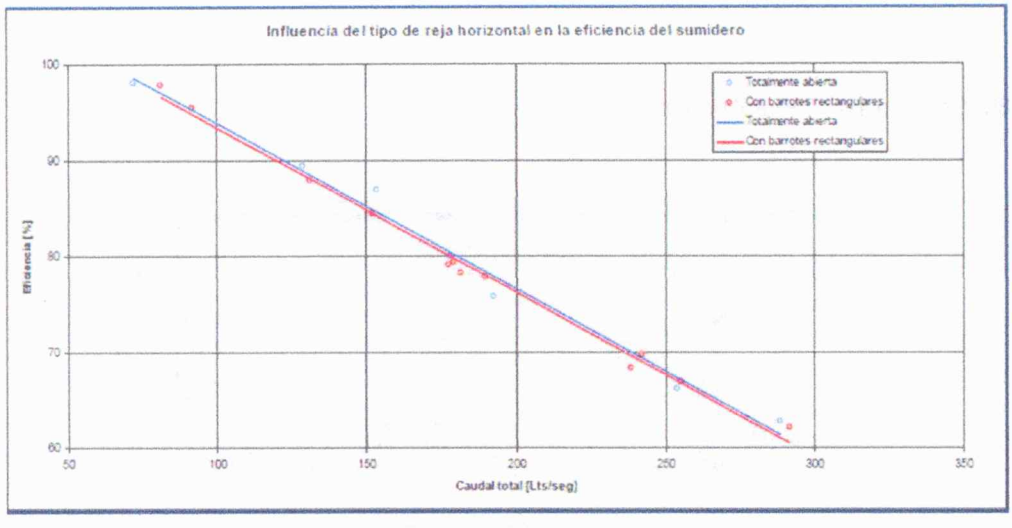
Figura 87. Vista en planta de sumidero Corte B-B`



- **Eficiencia de la rejilla del sumidero:** Las variables que influyen en la eficiencia de un sumidero pueden ir desde condiciones constructivas como

la forma de los barrotes hasta condiciones de mantenimiento (presencia de material vegetal o sedimentos), para el análisis de las condiciones del proyecto en el barrio Santa Ana solo se consideraron la primera, bajo la premisa que la comunidad y los entes locales realizaran mantenimientos preventivos en épocas de verano. En la figura 93 se puede estimar la eficiencia en función del caudal del proyecto.

Figura 88. Eficiencia de rejilla del sumidero.



Fuente: Mario A. Chirichigno - Adelma M. Mancinelli - Raul A. Navarro _ Universidad Nacional del Rosario

En la figura 88 se puede observar que para condiciones normales donde el caudal no supere los 200 l/s el sumidero contara con una eficiencia entre el 60% y 70%, sin embargo, cuando los caudales superen los 300 l/s el cual es el caso específico del proyecto la eficiencia bajara a un rango entre el 50% y 60%, ahora bien, es de reconocer que este caudal es de diseño para un evento extremo con características especiales y de esta magnitud.

CONCLUSIONES

La zona de estudio está localizada en la zona urbana del municipio de Villa del Rosario, específicamente en vías de orden secundario de los barrios, Turbay Ayala, San Gregorio, Antonio Nariño, 20 de julio, La esperanza, Navarro Wolf, Lomitas y la Avenida Gran Colombia.

La capacidad hidráulica del área de drenaje de las vías es superior al caudal que se puede generar a partir de un evento con un periodo de 2 años, lo cual deja en evidencia que bajo las condiciones normales el tránsito de escorrentía puede ser evacuada, a través de la construcción del pavimento rígido a dos (2) aguas, pendientes promedios del 5 a 14%, bombeo del 2% y bordillos de 0.20 m de altura, sin embargo se requiere de un control y mantenimiento de las estructuras existentes en las áreas perimetrales a cada uno de los proyectos, así como de la supervisión de los cortes para nuevas urbanizaciones en la zonas aledañas los cuales generan aumento en el tránsito de sedimentos que pueden generar una perdida hidráulica en el sistema. . El análisis fue revisado bajo condiciones de flujo permanente, cálculo de caudal por el método Hidrograma unitario, coeficiente de escorrentía del SCS y Tiempo de concentración por la ecuación de Kirpich.

Es una zona de topografía de pendientes bajas entre los 2 a 6 % en gran parte de las áreas a intervenir, sin embargo, existen al menos tres zonas con una pendiente media que oscila entre los 10 a 25%. Sobre la geología se puede decir según el PBOT que en el municipio de Villa del Rosario más del 90% de los proyectos están ubicados sobre materiales de la formación Guayabo, con presencia de arenitas lodosas de grano muy fino, así como arcillolitas intercaladas con presencia de cuarzo arenitas a grano fino a medio, pero al menos uno de los proyectos se encuentra sobre materiales pertenecientes a depósitos recientes de llanura aluvial.

No se evidencian procesos morfo-dinámicos activos representados por la de erosión concentrada en surcos o cárcavas, sin embargo, se evidencia una erosión hídrica leve, producto de la entrega de forma directa de la escorrentía sobre dichos sectores de las vías urbanas del municipio de Villa del Rosario.

En el área del proyecto sobre la Calle 7a Norte entre carrera 16 y 17 Barrio Antonio Nariño se recomienda la construcción de una estructura de captación de la escorrentía superficial tipo rejilla transversal, esta estructura tiene como objeto controlar la escorrentía y transportarla a una caja, posteriormente se entregará a una obra existente en la zona de estudio tipo canal rectangular el cual cumple con la capacidad hidráulica para su transporte de forma segura hasta su lugar de descarga final.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones del presente estudio están basadas en datos almacenados por el IDEAM, levantamiento topográfico e información de campo sobre coberturas de suelo. Cualquier cambio con relación a lo aquí consignado, o circunstancia no prevista que se encuentre durante la etapa de diseño del proyecto e implementación del mismo, deberá ser informado oportunamente para introducir las modificaciones, o dar las recomendaciones adicionales que se ameriten según el caso.

Se recomienda hacer monitoreo constante en las zonas altas y bajas de la cuenca de los proyectos que presenta esta condición y estar atentos a cualquier variación del caudal que pudiera relacionarse con un represamiento de la misma, se recomienda tomar acciones que eviten la perdida de cobertura natural en el área de influencia de la cuenca pues el deterioro de la misma disminuye la capacidad de infiltración del terreno y por lo tanto el agua lluvia escurrida será mayor generando caudales más altos.

Se recomienda a la administración municipal, que luego de ejecutada la obra, en forma periódica se les haga mantenimiento y limpieza a las obras hidráulicas aledañas a la zona del proyecto, así como a las cunetas y obras de arte que están contempladas dentro la zona de influencia del mismo. Esto con el fin de garantizar la adecuada funcionalidad de los elementos constituyentes de la obra y la evacuación rápida y oportuna de precipitaciones altas que en determinado puedan presentarse en el municipio.

Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de las obras de captación y transporte de la escorrentía como son limpieza de sedimentos que puedan generar el paso de las aguas lluvias localizada Calle 7a Norte entre carrera 16 y 17 Barrio Antonio Nariño, de igual forma se recomienda realizar un seguimiento rutinario a las obras existentes aguas arriba, especialmente a los volúmenes de sedimentos retenidos, lo cual cambiaría las condiciones naturales.

Se debe implementar un programa de recuperación de cobertura vegetal mediante siembra de pasto (Nativo en el área de estudio) para la impermeabilización de las áreas de trabajo, por ejemplo, maní forrajero, pasto estrella, brachiaria entre otras que se dan en el medio además de proteger las zonas aledañas de los proyectos y aplicar medidas de control de erosión, lo anterior permitirá evitar el arrastre de sedimentos hacia los sectores aledaños y la erosión hídrica moderada que se presenta en la actualidad en algunos proyectos.

Se recomienda usar un concreto de 3500 PSI para la construcción de los sardineles de cada uno de los proyectos con el objeto de minimizar los problemas que se puedan generar por las condiciones climáticas del municipio de Villa del Rosario.

AGUSTIN MACGREGOR TORRADO
Ingeniero civil
Especialista en Geotecnia.
MsC Recursos Hídricos
T.P. 54202-216090

DISEÑO ESTRUCTURAL DE SUMIDERO

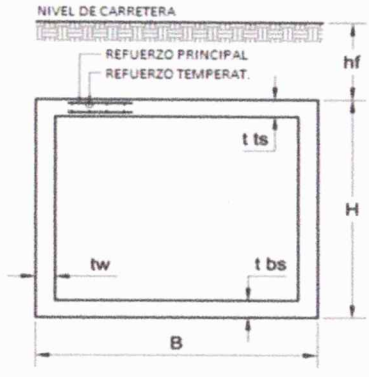
BASE DE AASHTO LRFD DISEÑO DE PUENTES

Cliente:	*Gobernacion de Norte de Santander*	**Diseñado Por:**	*Ing. Libardo Augusto Trigos Ramirez*	**Fecha:**	*febrero del 2026*
Proyecto:	*PAVIMENTACION DE VIAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO NORTE DE SANTANDER*	**Verificado Por:**		**Fecha:**	

Version 1.0

DATOS DE ENTRADA

Resistencia a la Compresión del Concreto, f'c	24,5	MPA
Limite Elástico del Acero, fy	420	MPA
Peso Volumetrico del Concreto, g_c	24	kN/cum
Peso del Suelo Saturado, g_s	1,9	kN/cum
Altura de Alcantarilla, H	1100	mm
Base de la Alcantarilla, B	1100	mm
Espesor del Muro, t_w	145	mm
Espesor de la losa, t_{ts}	145	mm
Espesor de la Base de losa, t_{bs}	200	mm
Altura del relleno, h_r	0	mm
Servicios Impuestos a Carga Muerta, w_d	0	KPa
Presión del Suelo Admisible, Q_a	200	KPa
Angulo de Fricción del Suelo, f	20	Deg.
Diametro del Acero de Refuerzo	12,7	mm
Distancia del Concreto al Centro de la Varilla	7,5	mm
N° Capas del Refuerzo	2	
Espaciamiento del Acero principal	200	mm
Espacio del Acero Por Temperatura	200	mm

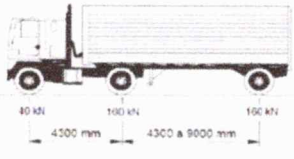


Resumen de Diseño	
Estado a Cortante	O.K.
Estado a Flexion	O.K.
Estado a Presión del Suelo	O.K.

Cargas en la Alcantarilla

A los efectos de diseño se considera una longitud de un metro de la alcantarilla.

CAMIÓN C 36 - 14



Losa Superior

Cargas Vivas Vehiculares (C 36-14)

Incluya Cargas vivas de h_r < 2400mm	h_r =	0	mm
Factor de Presencia Multiple		1,20	
Ancho de carga distribuida (paralelo al atravesar)		250	mm
Duración de la carga distribuida (perpend. Para atravesar)		2537	mm
La intensidad de la presión a la profundidad especificada de		252,25	KPa
Carga lineal en la losa superior		252,25	KN/m

LL Considerado. Diseño Basado en → (AASHTO 4.6.2.10)

El tráfico que viaja paralelo a abarcar (AASHTO 3.6.1.1.2)

(AASHTO 3.6.1.2.6)

(AASHTO 3.6.1.2.6)

Eje de Carga = 160KN

Asumido para actuar en anchura completa de la losa.

Incremento por carga dinámica (factor de impacto) (AASHTO 3.6.2.2)

IM = 33(1 - 0.00041 h_r) > 0%	33,00	%
El aumento de la carga viva lineal		KN/m

Factor para aumentar la carga viva debido a los efectos de impacto

Impacto y factor de presencia múltiple incluido.

Peso del relleno de tierra

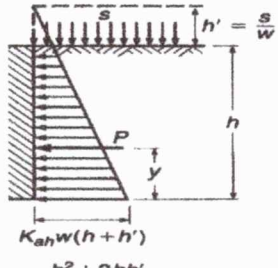
Peso lineal de relleno en la losa	0,00	KN/m

Cargas muertas impuestas

Cargas Muertas Lineales en la losa	0	KN/m

Peso Propio

Carga Lineal Impuesta en la Losa	3,48	KN/m



$$y = \frac{h^2 + 3hh'}{3(h + 2h')}$$

$$P = \frac{1}{2} K_{ah} w h (h + 2h')$$

Las Paredes Laterales

Presión del Suelo

k_{ah} = (1 - senf) / (1 + senf)	0,490	
Sobreesfuerzo en las paredes laterales, debido a la parte su	0,0	KPa

((contd))

Sobre Altura por Relleno (h' = s / g_s)	0,0	m
Presión lineal en la parte inferior de la pared lateral	1,0	kN/m

Peso Propio

Dos Paredes Laterales = t_w (H - t_{bs} - t_{ts}) g_c	5,3	KN

Losa Inferior

Peso propio de toda la estructura

La presión del suelo lineal debido a la estru. peso propio	13,057	kN/m	ver nota 1

Cargas vivas vehiculares (C 36-14)

La presión del suelo lineal debido a las cargas vivas	0,00	KN/m	See note 1

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Ocaña, febrero de 2026

REFERENCIA: *ESTUDIO HIDROLOGICO - HIDRAULICO DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE CALLES URBANAS UBICADAS EN LOS BARRIOS SAN GREGORIO, LOMITAS, ANTONIO NARIÑO, 20 DE JULIO, NAVARRO WOLF, LA ESPERANZA, GRAN COLOMBIA Y TURBAY AYALA DEL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER"*

Yo, **AGUSTIN ARMANDO MACGREGOR TORRADO**, identificado con cedula de ciudadanía número 13.176.963 de Ocaña, Norte de Santander, en mi calidad de INGENIERO CIVIL con matrícula profesional número 54202-216090 NTS, del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería COPNIA, certifico que realicé el Estudio Hidrológico e Hidráulico para la consultoría de la referencia, específicamente para el proyecto el "ESTUDIO HIDROLOGICO - HIDRAULICO PROYECTO "MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE CALLES URBANAS UBICADAS EN LOS BARRIOS SAN GREGORIO, LOMITAS, ANTONIO NARIÑO, 20 DE JULIO, NAVARRO WOLF, LA ESPERANZA, GRAN COLOMBIA Y TURBAY AYALA DEL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER", cumpliendo con los requerimientos establecidos en la ley colombiana y demás normas reglamentarias vigentes en la elaboración de estudios y diseños, así como la aplicación de las normas que establecen mecanismos de integración para las personas con movilidad reducida.

No obstante, deberán tenerse en cuenta las consideraciones y recomendaciones descritas en el estudio Hidrológico e Hidráulico, esto al momento de ejecutar los proyectos objeto de esta consultoría.

Atentamente,

AGUSTIN ARMANDO MACGREGOR TORRADO
Msc en Recursos Hídricos
M.P.: 54202-216090 NTS
C.C.: 13.176.963 de Ocaña

Agustin Armando Macgregor Torrado







Agustin Armando Macgregor Torrado

La República de Colombia

y en su nombre el

Colegio Nacional

" Francisco Fernández de Contreras"

Decreto 0412 (10) del 13 de septiembre de 1977

Antes Colegio Nacional Nocturno Francisco Fernández de Contreras

Ocaña - Norte de Santander

Autorizado por la Secretaría de Educación y Cultura del Departamento para otorgar el título de Bachiller Académico y expedir el diploma correspondiente según la Resolución No. 021194 del 6 de octubre de 1992

Confiere a

Agustin Armando Macgregor Torrado

Identificado con T.I. No. 5079764 Expedida en Ocaña

El Título de

Bachiller Académico

Con énfasis en Ciencias Naturales

Por haber culminado satisfactoriamente el curso de la Educación Básica, creados y aprobados en plan de estudios, acreditando los objetivos de formación y cumplimiento con los requisitos establecidos en el Proyecto Educativo Institucional - PEI - del Colegio

Rector Secretaria

Diploma No. 2 Folio No. 05 Libro de Grados 021

Acta No. 1 de diciembre de 2001

Dado en Ocaña, a 25 de Enero del año de Dos



La Universidad Francisco de Paula Santander

SECCIONAL OCAÑA

Confiere el Título de

Ingeniero Civil

A

Agustin Armando Macgregor Torrado

13.176.963 de Ocaña - N. de S.

DIPLOMA

30 de Septiembre de 2011

República de Colombia

La Universidad de Santander
UDES

Aprobada por el Ministerio de Educación Nacional de conformidad con la Personería Jurídica No. 910 del 12 de enero de 1990 y La Resolución No. 6216 del 22 de noviembre de 2003

Concede el presente

Agustin Armando Macgregor Torrado

C.C. No. [illegible] Expedida en Ocaña

Cursó y aprobó los estudios y cumplió con los requisitos legales y reglamentarios.
Le confiere el título de:

Especialista En Geotecnia Ambiental

En constancia se firma el presente en forma y orden este Diploma,
en la ciudad de Bucaramanga, el día 29 del mes Septiembre del año 2014

[illegible] [illegible] [illegible]

Agustin Armando Macgregor Torrado

Universidad Pontificia Bolivariana

teniendo en cuenta que

AGUSTIN ARMANDO MACGREGOR TORRADO

Cédula de ciudadanía No. 13.176.963

Cursó y aprobó los estudios exigidos por las normas legales reglamentarias vigentes le confiere el título de

Magíster en Ingeniería Civil

En testimonio de ello le expide el presente diploma
en Bucaramanga, Departamento de Santander, República de Colombia
el día 22 del mes de junio del año 2024

El Rector

El Decano

El Secretario General

Diploma registrado con el No. 000406654 en la ciudad de Bucaramanga
el día 22 de julio de 2024

01722

Agustin Armando Macgregor Torrado

Universidad Pontificia Bolivariana

SECCIONAL BUCARAMANGA

ACTA DE GRADO No. 011 - 2024

22 DE JUNIO 2024

La Universidad Pontificia Bolivariana, institución privada de Educación Superior, sin ánimo de lucro, con Personería Jurídica reconocida mediante Resolución Ejecutiva No. 40 del 22 de Febrero de 1937, profesada por el Ministerio de Gobierno y la Seccional Bucaramanga, ubicada en la ciudad de Floridablanca, Departamento de Santander, República de Colombia, autorizada la creación mediante Acuerdo No. 083 de julio 12 de 1968, expedido por el Instituto Colombiano para el fomento de la Educación Superior – ICFES, en Ceremonia de Grado y previo el solemne juramento de rigor, confirió el título de

MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL

A

AGUSTIN ARMANDO MACGREGOR TORRADO

identificado con la cedula de ciudadanía No. 13.176.963 expedida en Ocaña, en cuanto cursó y aprobó la totalidad de las asignaturas correspondientes al plan de estudios de **MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL** Modalidad Profundización con énfasis en Recurso Hídrico y Suelo, cumplió los demás requisitos establecidos por la Universidad y realizó el trabajo de grado en la modalidad de Tesis De Maestría, el cual fue aprobado.

La Ceremonia de Grado se llevó a cabo el VEINTIDOS (22) DE JUNIO DEL AÑO DOS MIL VEINTICUATRO (2024).

El Rector Seccional: Pbro. GUSTAVO MENDEZ PAREDES

La Secretaria General: Mg. JESSICA LISETH QUINTERO URIBE

El Decano: Mg. JOHANNA MARCELA SUAREZ PEDRAZA

Diploma No. 01722 Registrado con el No. 0004066543-1

Para constancia se expide y firma la presente Acta, válida para todos los efectos legales.

Es Fiel Copia tomada del original, el día 22 DE JUNIO DE 2024

La Secretaria General: **Mg. JESSICA LISETH QUINTERO URIBE**

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4335927

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que AGUSTIN ARMANDO MACGREGOR TORRADO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 13176963, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 54202-216090 desde el 03 de Noviembre de 2011, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1730.

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 Febrero 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_Micrositе/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Ocaña, febrero de 2026

REFERENCIA: *ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE CALLES URBANAS UBICADAS EN LOS BARRIOS SAN GREGORIO, LOMITAS, ANTONIO NARIÑO, 20 DE JULIO, NAVARRO WOLF, LA ESPERANZA, GRAN COLOMBIA Y TURBAY AYALA DEL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER"*

Yo, **LIBARDO AUGUSTO TRIGOS RAMIREZ,** identificado con cedula de ciudadanía número **13.175.727 de Ocaña,** Norte de Santander, en mi calidad de **INGENIERO CIVIL** con matrícula profesional número 54202-141500 NTS, del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería COPNIA, certifico que realicé el Estudio ESTRUCTURAL para la consultoría de la **referencia,** específicamente para el proyecto el "MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE CALLES URBANAS UBICADAS EN LOS BARRIOS SAN GREGORIO, LOMITAS, ANTONIO NARIÑO, 20 DE JULIO, NAVARRO WOLF, LA ESPERANZA, GRAN COLOMBIA Y TURBAY AYALA DEL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER",", cumpliendo con los requerimientos establecidos en la ley colombiana NSR -10 y demás normas reglamentarias vigentes, así como la aplicación de las normas que establecen mecanismos de integración para las personas con movilidad reducida.

No obstante, deberán tenerse en cuenta las consideraciones y recomendaciones descritas en el estudio, esto al momento de ejecutar los proyectos objeto de esta consultoría.

Atentamente,

LIBARDO AUGUSTO TRIGOS RAMIREZ
C.C. 13.175.727
MPA-54202 -141500 NTS



UNIVERSIDAD DEL TOLIMA

OTORGA EL TITULO DE

Especialista en Gerencia de Proyectos

A

Libardo Augusto Trigos Ramírez

Quien cumplio satisfactoriamente los requisitos academicos exigidos.

En testimonio de ello se expide el presente

DIPLOMA

454

UNIVERSIDAD DEL NORTE

En nombre de la REPUBLICA DE COLOMBIA y autorizada por el Ministerio de Educación Nacional mediante dec. No. No. 263 del 22 de Febrero de 1973, representada por el Consejo Directivo y el Rector,

teniendo en cuenta que

LIBARDO AUGUSTO TRIGOS RAMIREZ

C.C. No 13.175.727 de Ocaña

Ha cumplido los requisitos académicos exigidos por la Universidad, le otorga con todas las prerrogativas, obligaciones y derechos el título de:

ESPECIALISTA EN ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS

Dado en Barranquilla, a los 25 días del mes de Septiembre de 2015

Decano de División

Rector

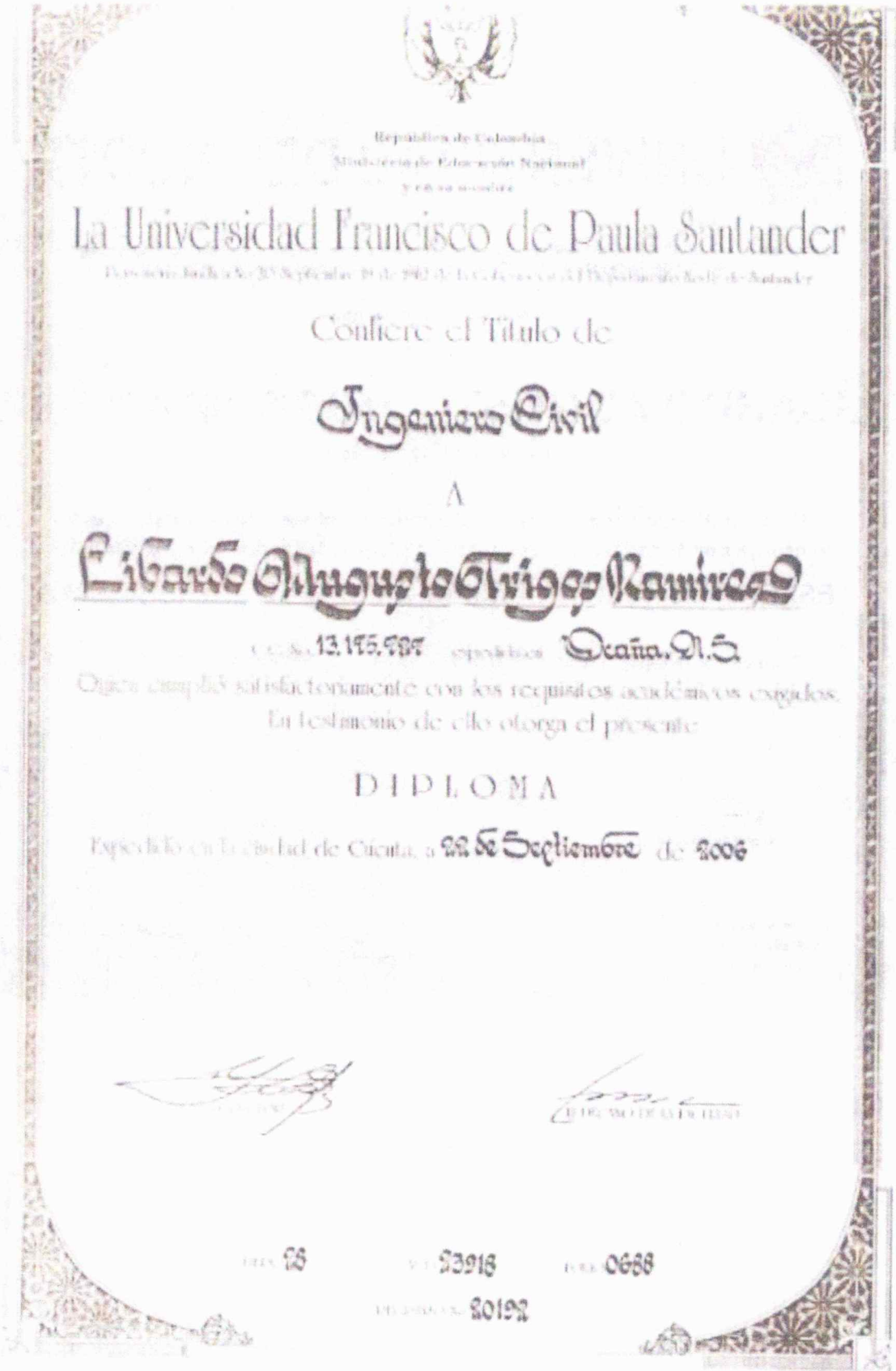
Secretario Académico

Personería Jurídica
Resolución No. 000396 del
7 de Junio de 1993

Libro No. 15
Acta No. 2015-07-01-04-C
6530

Registrado UR No. 34
Folio 0544-0002

MANTENIMIENTO Y ADECUACIÓN DE LA ZANJA ... PALMITA DE ... DEL ROSARIO



República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional
y en su nombre

La Universidad Francisco de Paula Santander

Personería Jurídica No. 29 Septiembre 9 de 1962 de la Gobernación del Departamento Norte de Santander

Confiere el Título de

Ingeniero Civil

A

Libardo Augusto Trigos Ramírez

C.C. No. 13.155.985 expedida en Ocaña, N.S.

Quien cumplió satisfactoriamente con los requisitos académicos exigidos.
En testimonio de ello otorga el presente

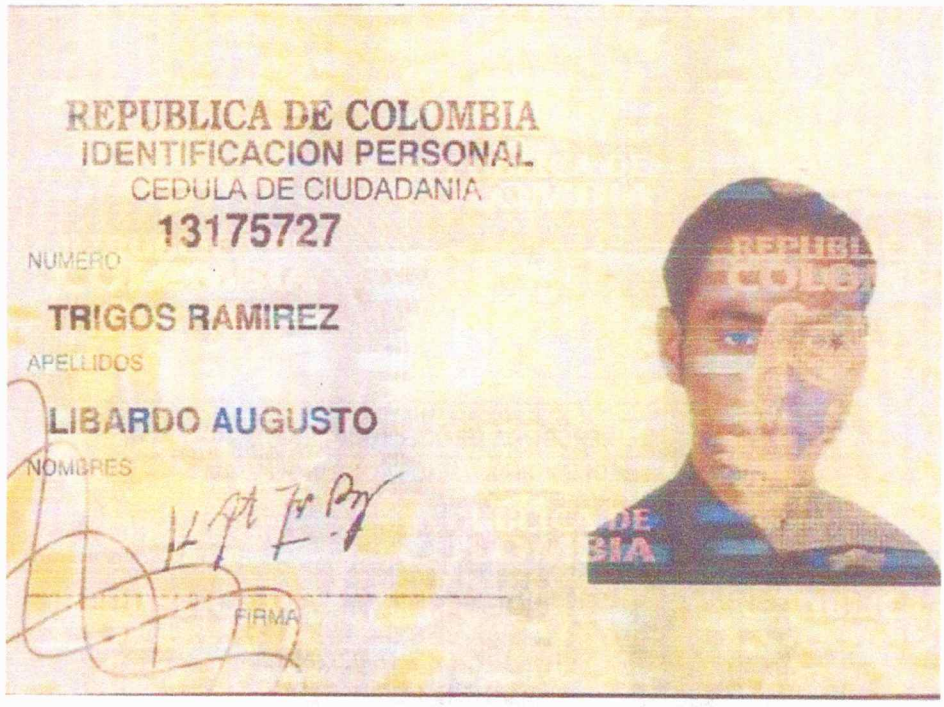
DIPLOMA

Expedido en la Ciudad de Cúcuta, a 22 de Septiembre de 2006

Folio 28 Libro 23918 Acta 0688

Diploma No. 20192


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA
MATRICULA PROFESIONAL No.
5420214150ONTS
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 15/03/2007
LIBARDO AUGUSTO
TRIGOS RAMIREZ
C.C. 13175727
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE
PAULA SANTANDER
PRESIDENTE DEL CONSEJO


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
13175727
NUMERO
TRIGOS RAMIREZ
APELLIDOS
LIBARDO AUGUSTO
NOMBRES
FIRMA


INDICE DERECHO
FECHA DE NACIMIENTO 27-OCT-1983
OCAÑA
(NORTE DE SANTANDER)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.82
ESTATURA
O+
G.S. RH
M
SEXO
08-NOV-2001 OCAÑA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
IVAN DUQUE ESCOBAR
P-2506100-57101315-M-0013175727-20020226
0513502056A 02 117102090

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4335822

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que LIBARDO AUGUSTO TRIGOS RAMIREZ, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 13175727, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 54202-141500 desde el 15 de Marzo de 2007, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 127.

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 Febrero 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.