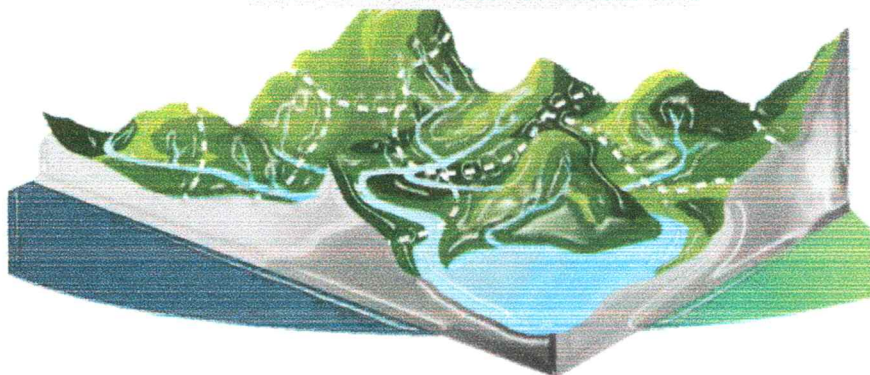


	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 1 de 50

CONSTRUCCIÓN DE OBRA HIDRAÚLICA EN LA CALLE 7 DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO MORROA, SUCRE

Memoria técnica para dimensionamiento de sección hidráulica



CAMILO ANDRÉS TAPIA AGUAS

Ingeniero Civil

M.P.: 22202-434831 COR

MASTER EN INGENIERÍA DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA

VERSIÓN	FECHA
01	06/03/2024

**REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE SUCRE
MUNICIPIO DE MORROA**

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 2 de 50

CONTENIDO

1. PRESENTACION	4
2. BASES METODOLOGICAS Y NORMATIVAS APLICADAS	4
3. OBJETIVO Y ALCANCES	5
3.1 OBJETIVO	5
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3.3 ALCANCES	5
4. GENERALIDADES	5
4.1 LOCALIZACION DEL PROYECTO	5
4.2 DIVISION POLÍTICO ADMINISTRATIVA	7
4.3 ASPECTOS FÍSICOS DEL ENTORNO	8
4.3.1 HIDROGRAFIA	9
4.4 ELEMENTOS DE DRENAJE SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO REQUERIDOS POR LAS VÍAS EN ESTUDIO	13
4.4.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS.	14
5. PLANTEAMIENTO DEL ANÁLISIS HIDROLOGICO PARA EL PROYECTO	16
6. CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE DISEÑO Y CURVAS DE INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA	16
7. REVISION DE CAPACIDAD HIDRAULICA DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES 23	
7.1 PARA BOX (4.5X2.7)	24
7.2 CAUDAL MAXIMO PARA OBRA DE DRENAJE EXISTENTE	39
7.3 DISEÑO HIDRAULICO	40
7.3.1 PARÁMETROS GENERALES	40
7.3.2 MODELACIÓN HIDRÁULICA: SOFTWARE HY8	41
7.3.3 SOCAVACIÓN	42
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	45

TABLA.

Tabla 1. Cuadro resumen de localización inicio – fin del tramo de vía a intervenir	7
Tabla 2. Promedios Precipitación. Promedio de los años 1981-2024	13
Tabla 3. Intensidades por periodo de retorno	22
Tabla 4. Características de la cuenca	25

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 3 de 50

Tabla 5 Tiempos de concentración para cuenca. Fuente: Elaboración Propia	33
Tabla 6 resultados factor f(a). Fuente: Elaboración Propia	34
Tabla 7. Condiciones de humedad antecedentes.	37
Tabla 8: caudal máximo (método SCS, Tr= 25 años)	38
Tabla 9: Caudal pico Obra de drenaje.	39
Tabla 10 Capacidad hidráulica de Box Culvert existente 4.5m x 2.7m.....	39
Tabla 11. Resultado HY8 Punto de interés	42

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización de Morroa en el departamento de Sucre.	6
Ilustración 2. imagen satelital de localización de obra de arte a intervenir en calle 7 perteneciente al municipio de Morroa.	7
Ilustración 3 Mapa hidrográfico del municipio de Morroa. Fuente: POT municipal	9
Ilustración 4. El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve, mezcla (llovió y nevó el mismo día).	15
Ilustración 5. Localización de la Estación AEROPUERTO RAFAEL BARVO ubicada en zonas cercanas al proyecto.....	16
Ilustración 6. Regiones en Colombia para parámetros a, b, c y d. fuente: manual de drenaje invias 2009	21
Ilustración 7. Esquema área delimitada de cuenca del box culvert.	24
Ilustración 8. Entorno HEC-HMS 4.4.1	25
Ilustración 9 Drenaje principal del cauce y perfil del mismo.....	28
Ilustración 10. Tipos de suelo en la cuenca.....	30
Ilustración 11. Zonas y áreas identificadas en la cuenca del punto analizado.	31
Ilustración 12. Curvas IDF Estación Aeropuerto Rafael Barvo ubicada en la zona de influencia.....	33
Ilustración 13. Hidrograma de crecida y caudal Punto de análisis TR= 25 años.	38
Ilustración 14. Perfil de box culvert generado en HY8 obra propuesta.....	41

GRÁFICAS.

Gráfica 1. Curvas IDF Estación AEROPUERTO RAFAEL BARVO ubicada en las cercanías del proyecto. Fuente: Elaboración propia.	23
---	----

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 4 de 50

1. PRESENTACION

Para la administración del municipio de Morroa, el mejoramiento de la infraestructura física de las vías urbanas es un factor clave para la competitividad y el desarrollo del municipio. La mejora y mantenimiento de estos corredores viales es una de las principales estrategias a adelantar. La política sectorial es la de contribuir efectivamente con el desarrollo socioeconómico, mejora en los tiempos de viaje y propender por una mejor calidad de vida de los habitantes a través de una red vial urbana adecuada a los grandes retos. Es por esto, que el municipio de Morroa requiere realizar el proyecto de inversión **“CONSTRUCCIÓN DE OBRA HIDRAÚLICA EN LA CALLE 7 DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO MORROA, SUCRE”**. Actualmente la obra existente se encuentra en regular a mal estado, presentando distintos tipos de fallas, requiriendo su intervención. En este documento se realizará el respectivo estudio hidrológico y diseño hidráulico para dar el correcto manejo de las escorrentías presenten en la obra a intervenir. Localizada de conformidad con el levantamiento topográfico suministrado y como aparece en los planos del proyecto.

La metodología seguida para el dimensionamiento y chequeos es acorde con lo establecido en el Manual de drenaje de carreteras de INVÍAS y la guía de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Se realizó una visita de investigación de campo y se suministraron los respectivos planos de levantamiento topográfico de la zona del proyecto, y los mapas IGAC de la zona, escala 1:100.000. Además, se cuenta con los datos disponibles en las bases IDEAM, correspondiente a los valores de las precipitaciones obtenidas en la estación AEROPUERTO RAFAEL BARVO (25025080) ubicada en las cercanías del proyecto.

La información para la descripción general de la zona del proyecto se ha tomado del **Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT** de Morroa. También se comparó la información con fotografías satelitales disponibles en el sitio web de Google Earth.

2. BASES METODOLOGICAS Y NORMATIVAS APLICADAS.

Dentro de los estudios y diseños a entregar se encuentra el de hidrología e hidráulica. La base metodológica será:

1. Manual de drenaje de carreteras. Invias, 2009.
2. Guía de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.
3. Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT MORROA.
4. Ras 0330 del año 2017, con sus anexos.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 5 de 50

5. Manual de drenaje del US Department of Transportation. Federal Highway Administration)

3. OBJETIVO Y ALCANCES

3.1 OBJETIVO

Realizar el estudio hidrológico e hidráulico para la implementación de obras de drenaje necesarias para el correcto manejo de precipitaciones y caudales generados en la cuenca de la obra existente en el arroyo ubicado en la calle 7, del casco urbano del municipio de Morroa, Departamento de Sucre.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el análisis hidrológico de la zona de acuerdo con las series de precipitaciones para la estación más cercana al proyecto.
- Determinar las características morfométricas del área aferente al punto de interés objeto de este estudio en el municipio de Morroa en el departamento de Sucre.
- Estimar el área de drenaje y los caudales para diferentes periodos de retorno, según las estructuras proyectadas.
- Diseñar hidráulicamente las estructuras de drenaje pluvial del tramo vial objeto de este estudio del municipio de Morroa en el departamento de Sucre.

3.3 ALCANCES

En el presente informe tiene como alcance el realizar el análisis de precipitaciones de la zona de estudio, con esto se permite realizar una estimación de los caudales de diseño de las obras hidráulicas para el buen funcionamiento de la estructura de paso, a través de los métodos lluvia – escorrentía – y métodos empíricos.

Se realiza además la modelación hidráulica de la estructura proyectada con los caudales obtenidos en el análisis hidrológico, conforme a los marcos legales, la normatividad vigente y condiciones puntuales de cada tramo de estudio.

4. GENERALIDADES

4.1 LOCALIZACION DEL PROYECTO

Morroa es un municipio colombiano ubicado al noreste del departamento de Sucre, en la subregión de Montes de María, en la región Caribe de Colombia, al norte de la República de Colombia. Fue elevado a la categoría de municipio por primera vez el 1855, perdió esta categoría en 1928, pero poco tiempo después y por medio de ingentes esfuerzos legales, fue ratificado nuevamente como municipio.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 6 de 50

Limitado por las Coordenadas Geográficas, 90°20'121" Latitud Norte y 75°18'31" Latitud Occidental respecto al Meridiano de Greenwich y coordenadas planas X= 1'524.000, Y= 865.000 según restricciones Cartográficas del IGAC. A una altura sobre el nivel del mar de 160 m. Dista de Sincelejo la capital departamental 10 km por vía terrestre. El área municipal es de 170,16 km² ocupando el 1,5% del territorio departamental.

Los límites del municipio son:

NORTE: Municipios de Toluvié, Coloso y Los Palmitos

ESTE: municipios de Corozal y Los Palmitos

SUR: municipios de Sincelejo y Corozal

OESTE: municipios de Toluvié y Sincelejo

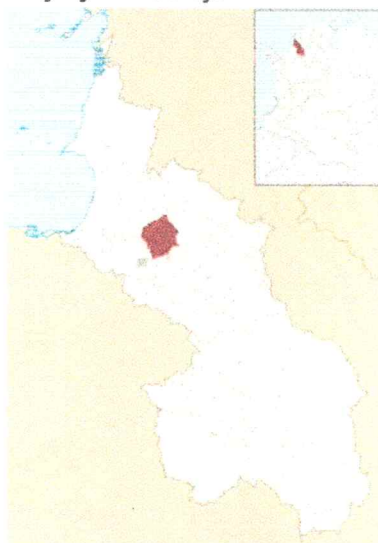


Ilustración 1. Localización de Morroa en el departamento de Sucre.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 7 de 50



Ilustración 2. imagen satelital de localización de obra de arte a intervenir en calle 7 perteneciente al municipio de Morroa.

El proyecto se desarrollará específicamente en la calle 7, vía de acceso principal al municipio de Morroa, Sucre. Este es conocido como el arroyo Morroa.

En la siguiente tabla se resume el geoposicionamiento de la obra a estudiar.

GEOPOSICIONAMIENTO					
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE OBRA HIDRAÚLICA EN LA CALLE 7 DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO					
LOCALIZACION	REFERENCIA	COORDENADAS ELIPSOIDALES		COORDENADAS GAUSS KRUGER	
		LATITUD	LONGITUD	NORTE	ESTE
Arroyo Calle 7	Via de acceso principal	9°19'57.21"N	75°18'12.91"O	1524035.60	865297.88

Tabla 1. Cuadro resumen de localización inicio – fin del tramo de vía a intervenir.

4.2 DIVISION POLÍTICO ADMINISTRATIVA

El Municipio de Morroa está conformado por el área urbana integrada por 22 barrios consolidados que son: Calle Baja, Calle Nueva, Chambacú, El Rosario, La Candelaria, La Cruz Primera Etapa, La Cruz Segunda Etapa, La Parroquia, Las Marianas, Los Nogales, Los Olivos Primera Etapa, Los Olivos Segunda Etapa, Nueve de Abril, Palito, Rincón Centro, Sabanas de Medellín, San Francisco, San Rafael, Urbanización Centenario, Urbanización Rafael Núñez, Villa Mar y Villa Valentina.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
	CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:

En la zona de expansión urbana se han ido integrando nuevos asentamientos que en el mediano plazo se tendrá que considerar su inclusión como barrios, estos son:

- El Desafío
- La Parroquia Segunda Etapa
- La Tormenta

La zona rural de Morroa, está dividida en Diez corregimientos: Bremen, Brisas del Mar, Cambimba, El Rincón, Las Flores, Pichilín, Sabanas de Cali, Sabaneta, Tumbatoro y El Yeso.

En los cuales se distribuyen 16 veredas: Dieciséis (16) Veredas: Bajo Lata, Arenal, El Tolima, Los Hatos, El Oriente, El Consulado, Puerto Nuevo, El Recreo, Asmón, Los Linderos, La Victoria, Las Lomas, El Coco, Pertenencia, Pichilín 1- La Lata, San Pablo.

También se encuentran Trece (13) Comunidades: Pajonal, La Bañadera, Arroyo Arena, La Mesa, Pekín, La Floresta, Maracay, Escobar, Corinto, Bajo Lata, Cocuyo, Bella Vista, El Totumo.

4.3 ASPECTOS FÍSICOS DEL ENTORNO

La posición latitudinal y la ausencia de elevaciones orográficas significativas, colocan a la totalidad del territorio, dentro de lo que comúnmente se ha denominado tierras cálidas, con deficiente precipitación y temperaturas elevadas. Según la clasificación de zonas de vida de Leslie R. Holdridge todo el territorio corresponde a un Bosque Seco Tropical (bs - T) con temperaturas superiores a 27° C y un promedio de lluvias que oscila entre 1.000 – 1.500 mm anuales. La temporada calurosa dura 2,4 meses, del 31 de enero al 10 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 34 °C. El día más caluroso del año es el 17 de marzo, con una temperatura máxima promedio de 35 °C y una temperatura mínima promedio de 23 °C.

La temporada fresca dura 2,9 meses, del 4 de septiembre al 2 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 32 °C. El día más frío del año es el 10 de enero, con una temperatura mínima promedio de 22 °C y máxima promedio de 33 °C.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi "IGAC", realizó para el departamento de Sucre, el estudio general de suelo y los clasificó a nivel de paisaje y de tipo de relieve, o en asociaciones cuando éstos no son separables a la escala de las fotografías aéreas utilizadas y de los mapas.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 9 de 50

En el municipio de Morroa se encuentra Lomeríos y Montaña.

Paisaje de Montaña: En el municipio de Morroa, se encuentra este tipo de clasificación localizado en los corregimientos de Las Flores, Cambimba, Brisas del Mar, Pichilín y Sabaneta; es una porción de tierras elevadas, escabrosas y profundamente disectadas, que tiene una altura relativamente importante en relación con otros paisajes que la circundan; tienen disección interna que genera relieves de gran energía entre las áreas montañosas y los valles intercalados. Está afectada por escurrimiento difuso normal, intenso y concentrado.

Paisaje de Lomerío: El paisaje lomerío ocupa la mayor parte del territorio de Morroa, corresponde a una repetición de lomas altas alargadas separadas por una red hidrográfica moderadamente densa; el ambiente morfogenético es erosional. Las zonas poco erosionadas comprenden relieves ligeramente ondulados sobre materiales arcillosos y a veces, materiales con arenas, cascajos y gravillas.

4.3.1 HIDROGRAFIA

Cuerpos de Agua (Rurales y Urbanos): En el municipio de Morroa se presenta una red hidrográfica muy diversa. Abundan arroyos y arroyuelos que generalmente se unen en microcuencas y estas drenan hacia dos Vertientes Principales: Vertiente Morroa (o del Arroyo Grande de Corozal) y Vertiente Pechelín. En su totalidad todos los arroyos y arroyuelos nacen en las partes altas de los Montes de María en el municipio de Morroa y desembocan en el Arroyo Pechelín y Arroyo Grande de Corozal que se caracterizan por ser los grandes colectores de las aguas de la región.

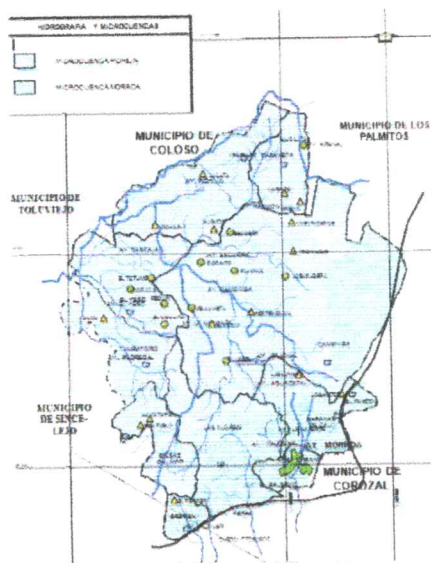


Ilustración 3 Mapa hidrográfico del municipio de Morroa. Fuente: POT municipal

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
		PAGINA:	Página 10 de 50
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA			

Las microcuencas de la vertiente Morroa presentan alta deforestación ocasionada por la tala indiscriminada, lo que genera pérdida de la capacidad de infiltración, pues los árboles ayudan a que el líquido se absorba más fácilmente en la tierra para recargar las fuentes subterráneas. También se observa una erosión severa de las riberas de estos arroyos, situación que genera sedimentación y arrastre, factores causantes de inundaciones. En estas microcuencas a diferencia de las que hacen parte de la vertiente Pichilín se encuentran altamente contaminadas por la deposición final de residuos sólidos (en basureros satélites) y líquidos (aguas residuales) a cielo abierto, sin ninguna clase de tratamiento y/o control, produciendo lixiviados que generan contaminación de los suelos y las aguas superficiales y subterráneas (acuífero).

Se requiere de la ejecución inmediata de programas de reforestación en todas las microcuencas de la vertiente Morroa para evitar la completa destrucción de las mismas con programas de educación ambiental e intervención institucional articulada para la restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas degradadas. (PDM 2020 – 2023)

En el Municipio de Morroa se presenta lagos como el venao ubicado a escasos 7 kilómetros del casco urbano y Maracay en el corregimiento del yeso, no posee ciénagas, pero en el origen de los arroyos la muerte, La Montaña, Cambimba, el Bálsamo, Pechilín, arenal, en pleno corazón de los montes de María, existen pequeñas corrientes permanentes de agua, pero la gran mayoría de La hidrografía está representada por los arroyos y arroyuelos de régimen transitorio en épocas de lluvias.

entre los principales arroyos encontramos: El Cocuelo, La Montaña, el Pedregal, Cansa viejo, El Yeso, Pajonal, Cascajal, Cambimba, Escobar, Asmón, Arenal, Alfiler, Pérez, Bálsamo, Palomar, Pechilín, La Muerte y Morroa.

Arroyo Morroa: Nace en el sitio conocido como El Principio, Corregimiento Sabanas de Cali, al Norte del Municipio de Morroa, limitado por coordenadas planas X= 1'527.800, Y 835.700 según restricciones cartográficas del IGAC.

El Arroyo Morroa tiene una longitud de 6.700 metros, atraviesa el Municipio de norte a sur hasta desembocar en el Arroyo Grande de Corozal, en el sitio conocido como la Panela, coordenadas planas X= 1'521.900, Y= 865.700, en el Municipio de Corozal. En su recorrido recibe el aporte de numerosos arroyuelos, así como el caudal del arroyo La Muerte.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 11 de 50

El Arroyo Morroa, es afectado por la deforestación de sus riberas que ocasionan fuerte erosión en todo su recorrido. Es necesario e inminente la ejecución de programas de reforestación que propicien la recuperación ambiental de la micro cuenca que tiene mucha importancia para la región por encontrarse sobre el área de recarga del acuífero de la Formación Morroa.

Arroyo La Muerte: Tiene su nacimiento en la finca conocida como Borrachera, al norte del Municipio de Morroa, limitado por coordenadas planas X= 1'526.500, Y = 864.700 según restricciones cartográficas del IGAC. Este arroyo tiene una longitud de 4.100 metros, recorre el Municipio de Morroa de norte a sur, hasta desembocar en el Arroyo Morroa, más exactamente en el polideportivo, zona urbana del Municipio.

Existen en este arroyo grandes problemas de erosión ocasionado por la tala indiscriminada de árboles y la extracción de materiales para la construcción (arenas y gravas) en las riveras y cauces.

Arroyo Cambimba: Esta micro cuenca tiene su nacimiento en la vereda Los Hatos, Corregimiento Sabanas de Cali, Municipio de Morroa, limitado por coordenadas planas X= 1'528.200, Y=867.900, según restricciones cartográficas del IGAC. El arroyo Cambimba tiene una extensión de 21 Kilómetros, recorriendo el Municipio de Este a Oeste hasta desembocar en el Arroyo Pechilín, en límites con el Municipio de Toluviejo. Este arroyo es rico en fauna y flora conserva aún en su recorrido manantiales con aguas cristalinas, aprovechadas por las comunidades cercanas ha esta micro cuenca para realizar labores domésticas. En sus primeros kilómetros el amplio cauce permite el ingreso de volteos que cargan arenas ilegalmente para usarlas como material de construcción.

La micro cuenca del arroyo Cambimba recibe en su recorrido numerosos aportes de arroyuelos y arroyos formados en el área Rural del Municipio de Morroa; entre los principales afluentes tenemos los arroyos de Escobar, la Montaña, el Cocuelo con sus afluentes Pajonal y Aguacatal. El principal problema que afecta a esta micro cuenca es la tala indiscriminada como resultado de ampliación de la frontera agropecuaria, esta situación desencadena: y Erosión.

Arroyo Arenal: Es otra de las Microcuencas importantes del Municipio de Morroa por su riqueza en fauna, flora y agua. Tiene una longitud de 7 kilómetros. En el área Rural de Morroa, nace en el Municipios de Los Palmitos y sigue un recorrido de Este-Oeste hasta desembocar en el arroyo Pechilín en límites con el Municipio de Coloso. Este arroyo presenta gran diversidad animal y vegetal "es todo un espectáculo turístico" Para las comunidades de Arenal, Bajo Lata y Sabaneta este arroyo es muy importante por ser la fuente de recarga de los acuíferos libres en el

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 12 de 50

área, de los cuales se aprovecha el agua potable para las labores domésticas y de consumo humano y animal.

La hidrografía del Municipio de Morroa se divide en dos vertientes principales:

Vertiente Arroyo Pechilín

El Arroyo Pechilín Tiene en el Municipio de Morroa una longitud de 20 kilómetros. Recorre el área Rural en límites con el Municipio de Colosó en sentido norte - sur. A su paso ocasiona inundaciones que destruyen cultivos debido a los torrenciales de sus crecientes. Esta microcuenca que nace en el Municipio de Chalán y desemboca en el puerto de Tolú es rica en fauna, flora y agua. Aunque existe tala de árboles en las riberas de este arroyo conserva aún una riqueza forestal importante, propicia para adelantar turismo, a la vertiente del arroyo Pichilín desembocan los arroyos de Cambimba con todos sus afluentes ya descritos, el Yeso con una longitud de 6,5 Km., Hasmón 9,7kms, Pedregal, Arenal 7 Km., Cascajal 2,7kms de longitud entre otros arroyuelos menos importantes.

Vertiente Morroa

Ocupa un área de 87.5 has y comprende las Microcuencas de los arroyos Morroa, La Muerte, Bálsamo, Pérez y Alfiler.

La principal característica de esta vertiente es que se encuentra sobre el área de recarga del acuífero de la Formación Morroa, principal fuente de agua potable para el Departamento de Sucre.

Otro hecho importante es que las aguas de los arroyos mencionados drenan o desembocan en la cuenca del Arroyo Grande Corozal que recorre el Departamento desde Sincelejo hasta la Ciénaga de Santiago Apóstol al sur del Departamento de Sucre.

La vertiente del arroyo Pechilín ocupa un área de 12.168,5 has y está ubicada al noreste del área urbana del Municipio de Morroa.

Las Microcuencas de la vertiente Morroa presentan alta deforestación ocasionada por la tala indiscriminada, también se observa una erosión severa de las riberas de estos arroyos, Se requiere de la ejecución inmediata de programas de reforestación en todas las Microcuencas de la vertiente Morroa para evitar la completa destrucción de las mismas.

Contacto: 320 6248121

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 13 de 50

4.4 ELEMENTOS DE DRENAJE SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO REQUERIDOS POR LAS VÍAS EN ESTUDIO

- **DRENAJE PLUVIAL**

El drenaje tiene la finalidad de evitar que el agua llegue a la carretera y desalojar la que inevitablemente siempre llega. El agua pluvial debe encauzarse hacia las orillas de las vías a intervenir con una pendiente adecuada en sentido transversal en un sentido o dos; a ésta se le llama bombeo normal y generalmente en nuestro medio se recomienda que sea mínimo de 2% para cualquier método constructivo (asfalto, pavimento y placa huella).

- **INTENSIDAD DE LLUVIA**

La intensidad de lluvia es el espesor de la lámina de agua por unidad de tiempo producida por ésta; suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó. Se mide en milímetros por hora.

En el caso particular del proyecto de **CONSTRUCCIÓN DE OBRA HIDRAÚLICA EN LA CALLE 7 DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO MORROA, SUCRE**. Se tomó como base las estaciones pluviométricas de los municipios aledaños que correspondiente a los valores de las precipitaciones obtenidas en la estación AEROPUERTO RAFAEL BARVO (25025080) ubicada en la zona de influencia del proyecto, A continuación, se muestran el promedio de las precipitaciones medias que existen en los meses de un año, desde el año 1981 hasta 2024:

Mes	Promedio mensual (mm)
ENERO	18.1
FEBRERO	19.6
MARZO	35.3
ABRIL	91.6
MAYO	150.1
JUNIO	137.1
JULIO	138.7
AGOSTO	140.5
SEPTIEMBRE	139.0
OCTUBRE	135.0
NOVIEMBRE	85.9
DICIEMBRE	36.9

Tabla 2. Promedios Precipitación. Promedio de los años 1981-2024

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 14 de 50

4.4.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS.

TEMPERATURA

El promedio de temperatura para el Municipio de Morroa, es de 27°C, según los registros meteorológicos del IDEAM.

Las variaciones que se presentan en la temperatura son insignificantes durante el día, pero en las noches los cambios son apreciables; los valores más altos se registran en la época de verano y los más bajos en períodos de lluvia.

VELOCIDAD DEL VIENTO

Durante los meses de diciembre a marzo el viento alcanza velocidades promedio de hasta 2.4 m/s. A partir de los meses de abril y mayo con la llegada de la zona de convergencia intertropical, se compensa el sistema de baja presión y disminuyen los vientos, se presentan las lluvias con el incremento de la nubosidad y la humedad relativa.

HUMEDAD RELATIVA

En el Municipio de Morroa la humedad relativa es muy estable su media anual es del 70%, aumentando ligeramente con la nubosidad y la temperatura,. Las máximas humedades se presentan en los meses de septiembre y Octubre; las mínimas en enero, febrero y marzo, según los registros meteorológicos del IDEAM,

EVAPOTRANSPIRACIÓN:

En términos generales la demanda de evapotranspiración es mayor que la oferta de precipitación. Esto quiere decir que, así como la humedad relativa que es del 70% aproximadamente, son las que definen el tipo de formación de la vegetación en la zona. El desbalance entre la demanda de evapotranspiración y precipitación genera un déficit hídrico bastante acentuado durante los meses del periodo seco, con tendencia a su recuperación en el periodo húmedo.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 15 de 50

PRECIPITACIÓN

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Morroa varía considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 7,3 meses, de 20 de abril a 29 de noviembre, con una probabilidad de más del 26 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Morroa es octubre, con un promedio de 14,5 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 4,7 meses, del 29 de noviembre al 20 de abril. El mes con menos días mojados en Morroa es enero, con un promedio de 1,5 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

El mes con más días con solo lluvia en Morroa es octubre, con un promedio de 14,5 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 49 % el 22 de octubre.

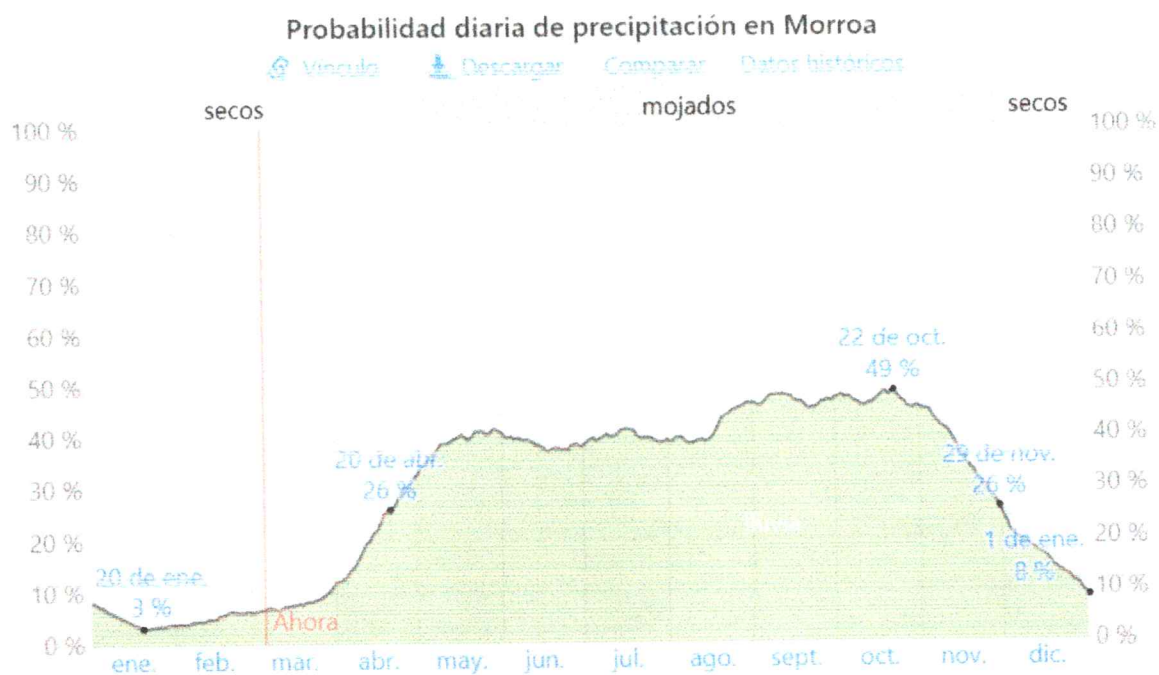


Ilustración 4. El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve, mezcla (llovió y nevó el mismo día).

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 16 de 50

5. PLANTEAMIENTO DEL ANÁLISIS HIDROLOGICO PARA EL PROYECTO

Para el presente proyecto se realizará los respectivos estudios hidrológicos e hidráulicos para determinar la sección hidráulica de la obra de drenaje necesaria para el correcto manejo de las escorrentías en la obra a intervenir.

Se analizarán las condiciones de flujo y los caudales que se generan en la zona de las cuencas que permitirán determinar la sección hidráulica a partir de la estimación de los caudales, se propondrán las dimensiones necesarias para conseguir el manejo apropiado, evitando la inundación de los predios vecinos y el rebase de la banca de la vía por parte del caudal.

6. CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE DISEÑO Y CURVAS DE INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA

Con base a los registros de precipitación de la estación AEROPUERTO RAFAEL BARVO (25025080) ubicada en la zona de influencia del proyecto, se obtuvieron los valores máximos de precipitación para cada año registrado, con los cuales se procederá a determinar la precipitación para el desarrollo de las curvas IDF y obtener así la intensidad de diseño para el proyecto.

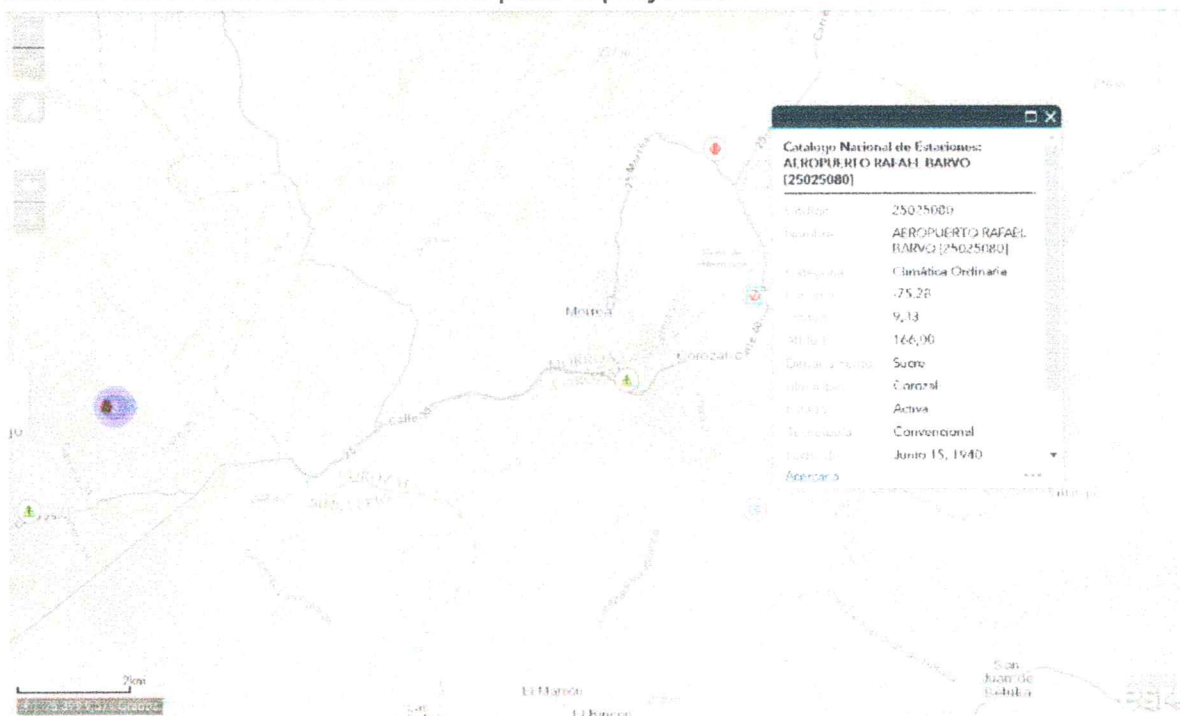


Ilustración 5. Localización de la Estación AEROPUERTO RAFAEL BARVO ubicada en zonas cercanas al proyecto.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 17 de 50

ESTACION	Precipitación max (mm/día)
AÑO	Apto Rafael Barvo
1995	84.4
1996	100.1
1997	78.2
1998	58.4
1999	81.4
2000	80.5
2001	49.4
2002	65.2
2003	53.5
2005	84.0
2006	61.5
2007	54.0
2008	73.2
2009	35.5
2010	72.5
2011	78.0
2012	73.7
2013	91.3
2014	114.0
2015	90.4
2016	63.0
2017	109.5
2018	53.0
2019	83.0
2020	56.5
2021	98.2
2022	63.6
2023	95.5
2024	60.5

Tabla 1. Valores de precipitación máxima por año. Fuente: Ideam

Se calculó la precipitación máxima de diseño, mediante el método Log Pearson tipo III. Los datos ilustrados en la siguiente tabla corresponden a cada uno de los valores calculados para cada variable estipulada en el método:

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 18 de 50

Año	Precipitacion (mm/dia)	N° de orden	Precipitacion (mm/dia)	yi	$\bar{y}$	$(yi - \bar{y})^2$	Sy	$(yi - \bar{y})^3$
1995	84.4	1	35.5	1.55023	1.85912209	0.09541534	0.1141401	-0.02947320
1996	100.1	2	49.4	1.69373		0.02735555		-0.00452448
1997	78.2	3	53	1.72428		0.01818350		-0.00245198
1998	58.4	4	53.5	1.72835		0.01710035		-0.00223618
1999	81.4	5	54	1.73239		0.01606007		-0.00203527
2000	80.5	6	56.5	1.75205		0.01146476		-0.00122757
2001	49.4	7	58.4	1.76641		0.00859500		-0.00079684
2002	65.2	8	60.5	1.78176		0.00598561		-0.00046309
2003	53.5	9	61.5	1.78888		0.00493464		-0.00034664
2004	77.5	10	63	1.79934		0.00357383		-0.00021365
2005	84	11	63.6	1.80346		0.00309859		-0.00017248
2006	61.5	12	65.2	1.81425		0.00201372		-0.00009036
2007	54	13	72.5	1.86034		0.00000148		0.00000000
2008	73.2	14	73.2	1.86451		0.00002904		0.00000016
2009	35.5	15	73.7	1.86747		0.00006965		0.00000058
2010	72.5	16	77.5	1.88930		0.00091081		0.00002749
2011	78	17	78	1.89209		0.00108719		0.00003585
2012	73.7	18	78.2	1.89321		0.00116176		0.00003960
2013	91.3	19	80.5	1.90580		0.00217844		0.00010168
2014	114	20	81.4	1.91062		0.00265249		0.00013661
2015	90.4	21	83	1.91908		0.00359472		0.00021553
2016	63	22	84	1.92428		0.00424546		0.00027662
2017	109.5	23	84.4	1.92634		0.00451858		0.00030374
2018	53	24	90.4	1.95617		0.00941799		0.00091398
2019	83	25	91.3	1.96047		0.01027156		0.00104101
2020	56.5	26	95.5	1.98000		0.01461228		0.00176635
2021	98.2	27	98.2	1.99211		0.01768618		0.00235207
2022	63.6	28	100.1	2.00043		0.01996908		0.00282187
2023	95.5	29	109.5	2.03941		0.03250522		0.00586043
2024	60.5	30	114	2.05690		0.03911802		0.00773687

Tabla 2. Resultados método log Pearson III

Se calcula la media de los logarítmicos ($\bar{y}$), y la desviación estándar (sy).

$$\bar{y} = \sum_{i=1}^n \frac{yi}{n}; \quad Sy = \sqrt{\sum_{i=1}^n (yi - \bar{y})^2 / (n - 1)}$$

$$\text{Para calcular la media ; } \bar{y} = \frac{55.77366 \text{ mm/dia}}{30}$$

$$\bar{y} = 1.85912 \text{ mm/dia}$$

$$\text{Para la desviación estandar ; } Sy = \sqrt{\frac{0.37781 \text{ mm/dia}}{(30 - 1)}}$$

$$Sy = 0.11414 \text{ mm/dia}$$

Contacto: 320 6248121
Dirección: Morroa, Sucre. Cra 2ª #8

	ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 19 de 50

Se halla el coeficiente de oblicuidad de los logaritmos.

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^3}{(n-1)(n-2)S_y^3}$$

$$C_s = \frac{30 * (-0.0204 \text{ mm/dia})}{(30-1)(30-2)(0.11414 \text{ mm/dia})^3}$$

$$C_s = -0.50688$$

Se calcula Y_T :

Weighted SKEW COEFFICIENT	Recurrence Interval In Years							
	1.0101	2	5	10	25	50	100	200
Cw	Percent Chance ($\geq$) = 1-F							
	99	50	20	10	4	2	1	0.5
-0.5	-2.686	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.6	-2.755	0.099	0.857	1.2	1.528	1.72	1.88	2.016

$$Y_T = \bar{y} + S_y K_T$$

El valor de K_T del siguiente cuadro, con C_s y el periodo de retorno (25 años):

INTERPOLACIÓN	
-0.5	1.567
-0.50688	K
-0.6	1.528

Resolviendo se obtiene

$$K = 1.564315$$

Con K:

$$Y_T = 1.85912 \frac{\text{mm}}{\text{dia}} + 0.11414 \frac{\text{mm}}{\text{dia}} (1.564315)$$

$$Y_T = 2.03767 \text{ mm}$$

➤ Calculo X_T

$$X_T = \text{Antilog } Y_T$$

$$X_T = 10^{2.03767}$$

$$X_T = 109.06 \frac{\text{mm}}{\text{dia}}$$

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 20 de 50

NOTA

Realizando este mismo procedimiento se obtuvo para diferentes tiempos de retorno.

Tiempo (años)	YT	XT
2	1.86872143	73.9131021
5	1.95683387	90.53862
10	1.99779074	99.492590
25	2.0376732	109.061935
50	2.06150119	115.212922
100	2.0816767	120.691504

Con este dato se procederá a obtener las curvas de **Intensidad-Frecuencia-Duración**.

Para la generación de las curvas IDF se siguió el método simplificado establecido en el manual de drenaje para carreteras de invías 2009. El cual se describe a continuación:

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

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

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

La expresión resultante está dada por:

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

	ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
	CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA	PAGINA:	Página 21 de 50

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

T : Periodo de retorno, en años.

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

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

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

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

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

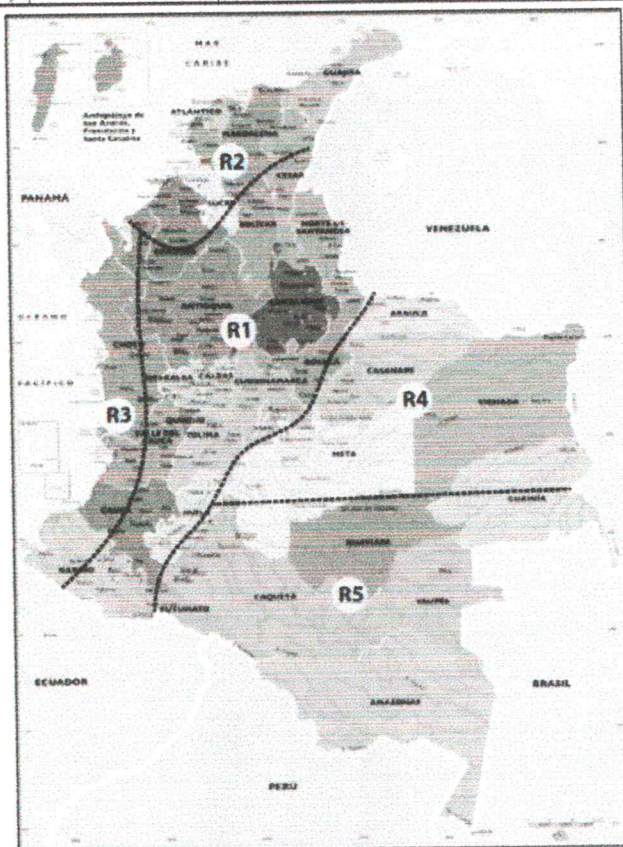
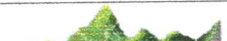


Ilustración 6. Regiones en Colombia para parámetros a , b , c y d . fuente: manual de drenaje invias 2009

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
	CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:

Para el uso de las curvas IDF, el periodo de retorno de la lluvia crítica de acuerdo con el Manual de Drenajes de Inviás, será de 50 años para el diseño de las vías y de 5 años para los cárcamos a reemplazar.

Ilustración

Para una duración de 10 minutos

$$I = \frac{24,85 * Tr^{0,22} * \bar{p}^{0,1}}{\left(\frac{D}{60}\right)^{0,5}}$$

$$I = \frac{24,85 * 25^{0,22} * (109.06)^{0,1}}{\left(\frac{10}{60}\right)^{0,50}}$$

$$I = 197.56 \frac{mm}{h}$$

Para las demás intensidades a diferentes tiempos de duración se realiza de igual manera, los resultados se presentan en la siguiente tabla:

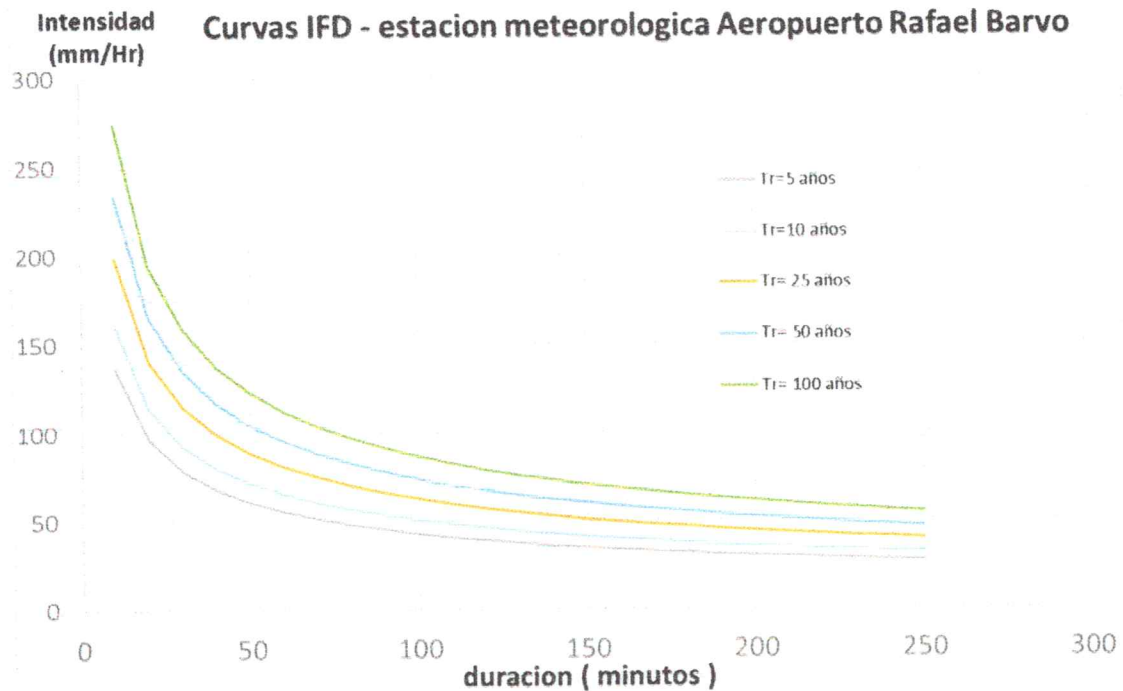
I = mm/hr	tablas de intensidades por tiempo de retorno					
	tr (años)					
	2	5	10	25	50	100
duración	2	5	10	25	50	100
10	109.018183	136.100421	160.022098	197.5674387	231.379265	270.750425
20	77.0874961	96.2375305	113.152711	139.7012756	163.609847	191.449462
30	62.941677	78.5776146	92.3888016	114.0656139	133.586881	156.317831
40	54.5090913	68.0502104	80.0110492	98.78371933	115.689632	135.375212
50	48.7544134	60.8659586	71.564058	88.35484459	103.475953	121.083271
60	44.5064866	55.5627642	65.3287481	80.65656908	94.4601893	110.533398
70	41.2049999	51.4411239	60.4826681	74.67347283	87.4531419	102.334042
80	38.5437481	48.1187653	56.5763555	69.85063781	81.8049236	95.7247308
90	36.3393942	45.366807	53.3406995	65.85581288	77.1264216	90.2501417
100	34.4745763	43.038732	50.6034307	62.47630976	73.168548	85.618802
110	32.8702188	41.0358209	48.2484781	59.56882407	69.7634733	81.6343247
120	31.4708385	39.2888073	46.1944008	57.03280694	66.7934404	78.1589154
130	30.2362036	37.7474651	44.3821447	54.79534849	64.1730618	75.0926569
140	29.1363349	36.3743675	42.7677048	52.80211902	61.8387097	72.3610948
150	28.1483737	35.1409776	41.3175282	51.01169331	59.7418693	69.9074591
160	27.2545456	34.0251052	40.0055246	49.39185966	57.8448162	67.6876062
170	26.440793	33.0092006	38.8110597	47.91714222	56.1177146	65.6666236
180	25.695832	32.0791768	37.7175703	46.56709187	54.5366157	63.8164872
190	25.0104864	31.2235779	36.7115872	45.32507893	53.0820438	62.1144074
200	24.3772067	30.4329793	35.782029	44.1774223	51.7379765	60.5416355

Tabla 3. Intensidades por periodo de retorno

Con la información de la tabla anterior se obtiene la siguiente gráfica:

Contacto: 320 6248121
Dirección: Morroa, Sucre. Cra 2ª #8

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 23 de 50



Gráfica 1. Curvas IDF Estación AEROPUERTO RAFAEL BARVO ubicada en las cercanías del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

7. REVISION DE CAPACIDAD HIDRAULICA DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES

Para la revisión de la capacidad hidráulica de la obra existente en el punto de interés del proyecto se tendrán en cuenta las metodologías establecidas en el manual de drenaje para carreteras de INVIAS, en el cual se tiene en cuenta el tamaño del área aferente de la cuenca del punto de interés, para áreas menores o iguales a 2.5 Km² y mayores a 2.5 km², las cuales nos permiten obtener los caudales máximos para la verificación de la obra.

Nota: La verificación de la capacidad hidráulica de la obra existente en la vía a intervenir fue determinada mediante la herramienta HY8, los resultados se encuentran consignados en la tabla 10. La revisión se realizó con una consideración que la relación H_w/D , no sea mayor al 1.1, lo que entra en el rango establecido para las recomendaciones de diseño.

Con ayuda de modelos de elevación digital, DEM por sus siglas en inglés (archivos contenidos en **AP_25193_FBD_F0170_RT1.dem.tif**), se desarrolló el análisis y

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 24 de 50

delimitación de las cuencas mediante el empleo de los softwares GLOBAL MAPPER, GOOGLE EARTH y ARCGIS, obteniendo así la siguiente cuenca para el punto de análisis.

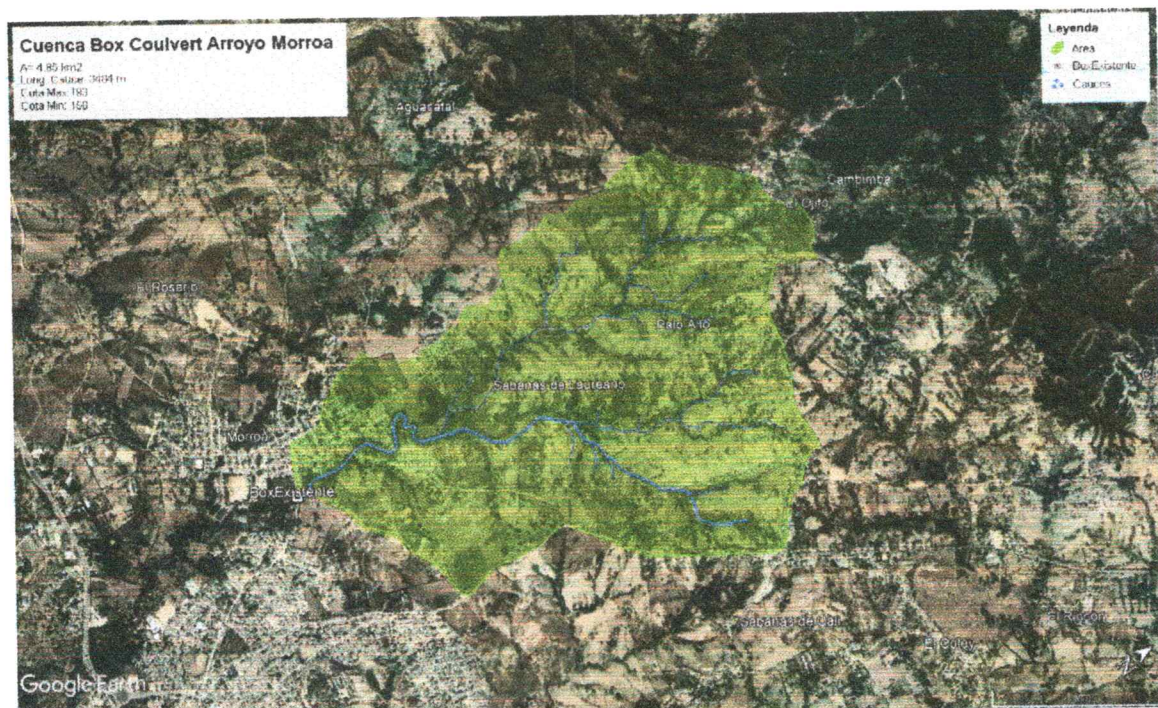


Ilustración 7. Esquema área delimitada de cuenca del box culvert.

Para esta cuenca no se puede aplicar el método racional y debido a que no existe información hidrológica histórica en la cuenca que permita la estimación de caudales máximos a partir de métodos estadísticos, se deben emplear métodos empíricos como el de la Soil Conservation Service (SCS), que permite la obtención de caudales de diferentes periodos de diseño a partir de información de precipitaciones máximas y características de la cuenca del drenaje, para ello se hará uso del modelo matemático hidrológico HEC HMS. Para esta estructura se realizará la modelación para un periodo de retorno de 25 años (tabla 2.8 M.D.C INVIAS 2009).

7.1 PARA BOX (4.5X2.7)

modelación hidrológica mediante la utilización de HEC-HMS

El modelo hidrológico HEC-HMS permite la determinación de hidrogramas de salida a partir de información de precipitaciones más propiedades geomorfológicas de la cuenca hidrográfica. Existe la posibilidad de utilizar dentro del modelo una variedad de métodos conocidos, lo cual lo hace un modelo versátil y de fácil aplicación. El entorno del modelo en la cuenca del Arroyo Morroa, se indica en la ilustración 8.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 25 de 50

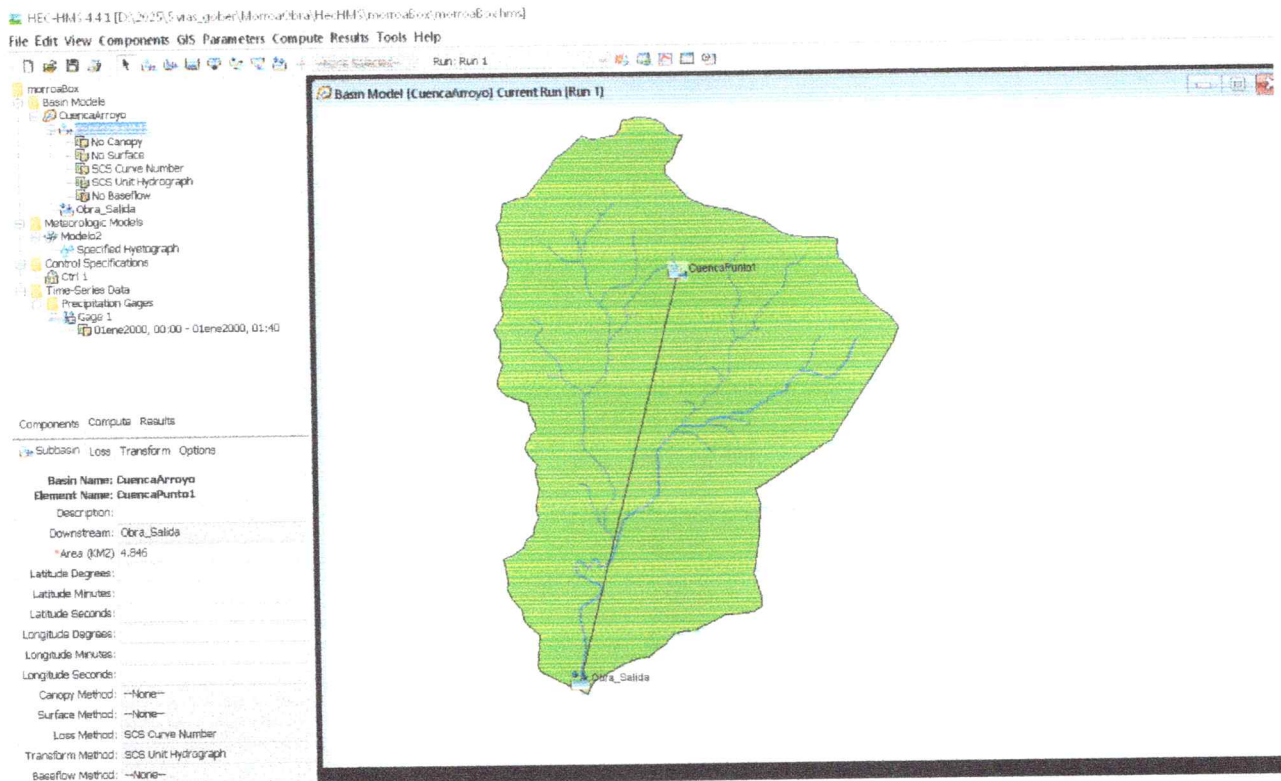


Ilustración 8. Entorno HEC-HMS 4.4.1

Información de la Cuenca

Con ayuda de mapas cartográficos, Global Mapper, ArcGIS y Google Earth se trazó el área de aporte del punto de diseño. A continuación, se presenta los resultados obtenidos.

Tabla 4. Características de la cuenca

cuenca	área (km2)	Perímetro (km)	Cota mínima (m)	cota máxima (m)	Desnivel (m)	Longitud del cauce (m)
1	4.846	10.04	158	193	35	3484

FACTORES FISIOGRAFICOS DE LA CUENCA

Tienen gran valor en lo que comúnmente se conoce como respuesta hidrológica de la cuenca, que es la capacidad que tiene la cuenca de transmitir el agua cada vez que se produce una precipitación.

Los factores fisiográficos se establecen a partir de varios parámetros, entre los cuales tenemos:

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 26 de 50

- **Área de la cuenca:** el área de la cuenca se considera como la proyección horizontal de la divisoria de agua, para esta se tiene un área de 4.84 Km²

Para la descripción de una cuenca de acuerdo a su área, usamos la siguiente tabla:

área de la cuenca (Km2)	Descripción
< 25	Muy pequeña
25 – 250	Pequeña
250 – 500	Intermedia-pequeña
500 – 2500	Intermedia- grande
2500 – 5000	Grande
> 5000	Muy grande

La cuenca del punto de paso del puente existente, teniendo en cuenta se área, es una cuenca **Muy Pequeña**.

- **Forma de la cuenca:** contribuye tanto en la recepción de la lluvia como en el tiempo que demora la cuenca en responder hidrológicamente, para establecer la forma de la cuenca se establece diferentes factores como:

Coefficiente de compacidad (Kc): valor adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca con el área de circunferencia de igual forma. con respecto al a este se pueden clasificar en

Forma de la cuenca según el Kc	
Coeficiente de compacidad (Kc)	Característica
1 – 1.25	redonda a oval redonda
1.25 – 1.5	Oval redonda a oval alargada
1.5 – 1.75	Oval oblonga a rectangular alargada
>1.75	Rectangular alargada

Datos	
Área de la cuenca (km2)	4.846
Perímetro de la cuenca (km)	10.04

Para su cálculo utilizamos la siguiente ecuación:

$$Kc = \frac{0.28 p}{\sqrt{A}}$$

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 27 de 50

$$Kc = \frac{0.28 * (10.04 \text{ km})}{\sqrt{4.846 \text{ km}^2}}$$

$$Kc = 1.27$$

La cuenca del punto de interés se puede clasificar como **Oval redonda a oval alargada**.

Índice de forma (Kf): establece la relación entre el ancho medio de la cuenca y la longitud máxima. Para clasificar la forma de la cuenca con respecto al índice de forma, es de acuerdo a la cercanía de Kf a la unidad.

$Kf < 1$; la cuenca es alargada

$Kf > 1$; la cuenca es achatada

$Kf = 1$; la cuenca es redonda

Datos	
Área de la cuenca (km ²)	4.846
Longitud máxima (km)	2.923

$$Kf = \frac{X}{L} * \frac{L}{L} = \frac{A}{L^2} = \frac{4.846}{2.923^2}$$

$$Kf = 0.567$$

El índice de forma nos indica que la cuenca es **Alargada**.

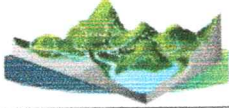
Índice de alargamiento (Ia): relaciona la longitud máxima de la cuenca con su ancho máximo medido perpendicularmente. Al igual de que el índice de forma este trabaja con la cercanía a la unidad, la diferencia es que en este se relaciona la longitud máxima con el ancho máximo, y en el Kf, la relación del ancho medio con la longitud máxima.

Cuando:

$Ia > 1$; la cuenca es alargada

$Ia < 1$; la cuenca es achatada

$Ia = 1$ la cuenca es redonda

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 29 de 50

$$S = 0.01004 = 1.004\%$$

Tipo de suelos

El suelo es un componente fundamental del ambiente, natural, finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y microorganismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones y prestando servicios ecosistémicos vitales para la sociedad y el planeta.

La litología es uno de los condicionantes principales de la composición y organización espacial de los componentes de la fracción sólida del suelo, aspecto especialmente determinante de la respuesta hidrológica superficial.

Los suelos de Colombia son diversos y frágiles, cuenta con 11 de los 12 órdenes de suelos existentes en el mundo a excepción de los gelisoles. Se destacan los suelos incipientes, poco evolucionados con un 58.11 % correspondientes a los órdenes entisoles e inceptisoles (IGAC, 2012).

Igualmente, tienen una representación considerable del 28.79% los suelos muy evolucionados, pocos fértiles como los ultisoles y los oxisoles. Los mejores suelos agrícolas (andisoles y molisoles) apenas cubren 8.5 millones de hectáreas, equivalente al 7.5% del territorio nacional. De otro lado, no existen suelos de la clase agrológica 1 en Colombia y los de clase 2, 3 y 4 cubren un área de 17.073.144 hectáreas equivalentes al 15 % del territorio continental (IGAC, 2012).

Los procesos de degradación más relevantes en Colombia son la erosión, el sellamiento de suelos, la contaminación, la pérdida de la materia orgánica, la salinización, la compactación y la desertificación; procesos que afectan en gran medida a las regiones Caribe, Andina y Orinoquia y que comienzan a notarse en la Amazonia y en el litoral Pacífico.

Entre las causas de la degradación y la gestión insostenible de los suelos en el país se tienen: la creciente demanda de bienes y servicios de los suelos, el desconocimiento de las funciones e importancia del suelo y de alternativas para su recuperación, restauración y rehabilitación, procesos de planeación y de ordenamiento del territorio que no tienen en cuenta las características de los suelos, debilidad en los procesos de seguimiento a la calidad de los suelos, desarticulación institucional y carencia de normas e instrumentos para la gestión sostenible del suelo.

En las llanuras del Caribe, en las cordilleras, en las altiplanicies y en los valles interandinos los suelos han estado sometidos secularmente a intensas actividades

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 30 de 50

agropecuarias, presentan degradación y contaminación y actualmente aquellos de menor pendiente, están siendo cubiertos y sellados por la expansión de pueblos y ciudades sin criterios de sostenibilidad. (IDEAM).

Para la determinación de los tipos de suelo en la cuenca a estudiar se hizo uso de la información disponible en la página del INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC, en su portal de datos abiertos correspondiente a Mapas de Suelos del Territorio Colombiano a escala 1:100.000. Departamento: Córdoba en el cual se cuenta con la información de la litología de los suelos de todo el departamento, permitiendo así la determinación de las propiedades de los mismos dentro del área aferente al punto de interés del presente Estudio Hidrológico.

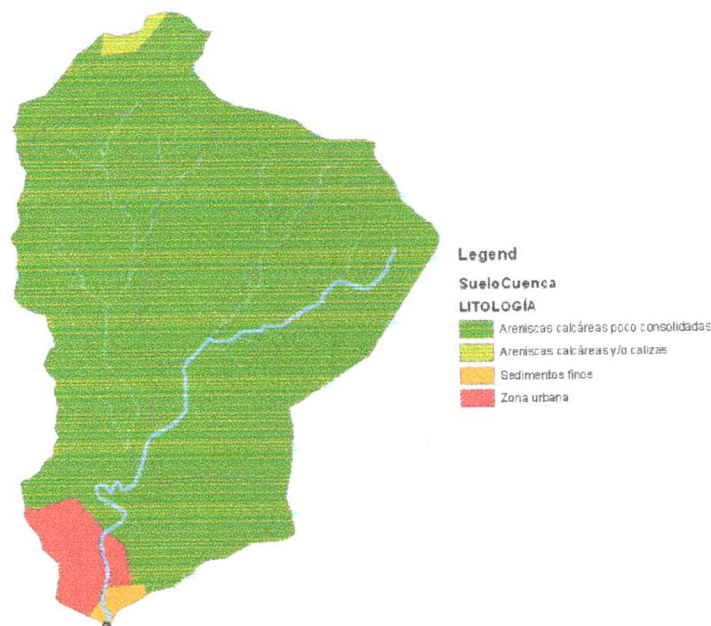


Ilustración 10. Tipos de suelo en la cuenca.

La "Cobertura" de la tierra, es la cobertura (bio) física que se observa sobre la superficie de la tierra (Di Gregorio, 2005), en un término amplio no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua.

El proceso de adopción estandarización de la metodología y la leyenda de coberturas terrestres de Colombia, inició desde el año 2004 con la adaptación a nivel nacional de la metodología europea CORINE Land Cover - CLC; este proceso surge como respuesta a la necesidad que tenía el país de unificar y armonizar las diferentes metodologías y leyendas de cobertura terrestre empleadas hasta el

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 31 de 50

momento, todo con el fin último de establecer un sistema de monitoreo que le permita generar información actualizada, confiable y trazable; dado que la amplia variabilidad de sistemas de clasificación no lo permitían.

A partir de la adopción de la Metodología CLC para Colombia y de la definición de una leyenda unificada, se logra estandarizar esta importante fuente de información a nivel nacional

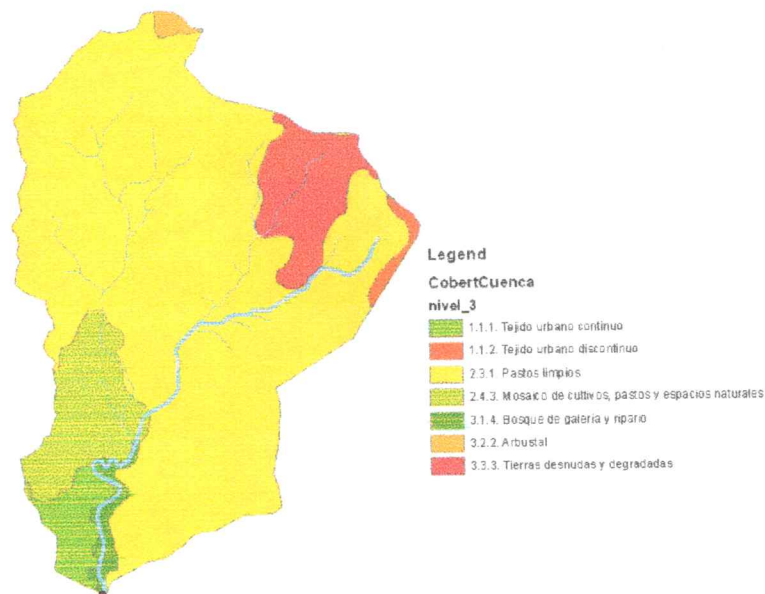


Ilustración 11. Zonas y áreas identificadas en la cuenca del punto analizado.

Hietograma de diseño

La precipitación es el parámetro más influyente en el cálculo de caudales de diseño, su volumen y distribución en el tiempo son determinantes. Lo básico es establecer el histograma de precipitaciones a modelar de acuerdo al comportamiento real de la zona, para ello con los datos de las curvas IDF desarrolladas en base a la estación AEROPUERTO RAFAEL BARVO, se obtuvo el hietograma de diseño al cual se aplicó el método del hidrograma unitario adimensional del Servicio de Conservación de Suelos (por sus siglas en ingles S.C.S, 1972), cuya metodología permite determinar los parámetros fundamentales del hidrograma. Para la realización de hietograma se tuvo en cuenta el tiempo de concentración de la cuenca, y a partir de este dato se determinó la duración de la lluvia de diseño, esto mediante la aplicación de las siguientes ecuaciones:

tiempo de concentración

Se calcula en base a las siguientes ecuaciones:

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 32 de 50

Kirpich

$$T_c = 0.006628 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.5}}$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración, en horas (min).

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

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

Temez

$$T_c = 0.30 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.77}$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración, en horas (h).

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

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

Ecuación de Johnstone y Cross

$$T_c = 0.4623 L^{0.5} S^{-0.25}$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración, en horas (h).

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

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

Ecuación de SCS - Ranser

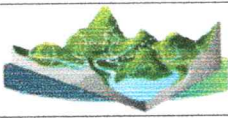
$$T_c = 0.947 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración, en horas (h).

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

S: Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal, en metros (m).

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
	CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:

A continuación, se presenta la tabla de resultados obtenidos para la cuenca del punto de interés.

		TIEMPO DE CONCENTRACIÓN				
cuenca	área (km2)	Kirpich (h)	Temez (h)	Johnstone y Cross (h)	Vt chow (h)	promedio
1	4.85	1.73	0.77	2.73	1.02	1.6

Tabla 5 Tiempos de concentración para cuenca. Fuente: Elaboración Propia

Determinación de la precipitación de diseño para la cuenca

De acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente, para las estaciones consideradas en la zona de intervención del proyecto se tiene las siguientes curvas IDF.

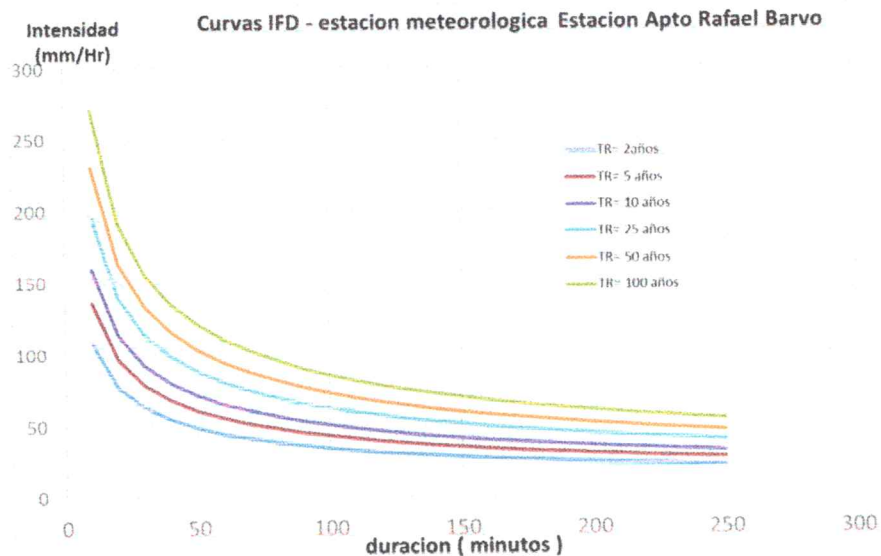


Ilustración 12. Curvas IDF Estación Aeropuerto Rafael Barvo ubicada en la zona de influencia.

Precipitaciones de diseño

Se debe partir de precipitaciones puntuales históricas representativas de la cuenca hidrográfica para obtener precipitaciones espaciales sobre el sitio de proyecto. Estos datos deben ser confiables y tener el mismo periodo de registro.

En nuestro caso, no se cuenta con estos registros de lluvias, por lo que se procede a calcular la precipitación espacial promedio en la hoya de manera empírica, mediante la siguiente expresión:

$$P_{\text{PromHoya}} = f(a) P_{\text{puntual}}$$

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 34 de 50

Para los valores de $f(a)$ se pueden utilizar las siguientes ecuaciones:

1) Ecuación de Fhrüling

$$f(a) = 1.0 - 0.0054 \times A^{0.25}$$

Donde: A: Área de drenaje de la hoya, en metros cuadrados (m^2).

2) Ecuación presentada para Inglaterra por el Institution of Civil Engineers, Proceedings, 2nd Part, "Flood Studies Report", Volume 65, Research and Theory, June 1978

$$f(a) = 1.0 - 0.0268 \times t_c^{-0.261} \times A^{0.387}$$

Donde: A: Área de drenaje de la hoya, en kilómetros cuadrados (km^2).

t_c : Tiempo de concentración de la hoya, en horas (h).

3) Según datos en Norteamérica

$$f(a) = 1.0 - 0.05 \times t_c^{-0.361} \times A^{0.264}$$

Donde: A: Área de drenaje de la hoya, en kilómetros cuadrados (km^2).

t_c : Tiempo de concentración de la hoya, en horas (h).

Aplicando las fórmulas anteriores, encontramos los siguientes resultados para la cuenca considerada:

cuenca	área (km^2)	F (a)				
		T_c (hr)	Fhruling	form. Civil enginners	dat. Norte america	promedio
1	4.85	1.6	0.7466	0.9563	0.9101	0.8710

Tabla 6 resultados factor $f(a)$. Fuente: Elaboración Propia

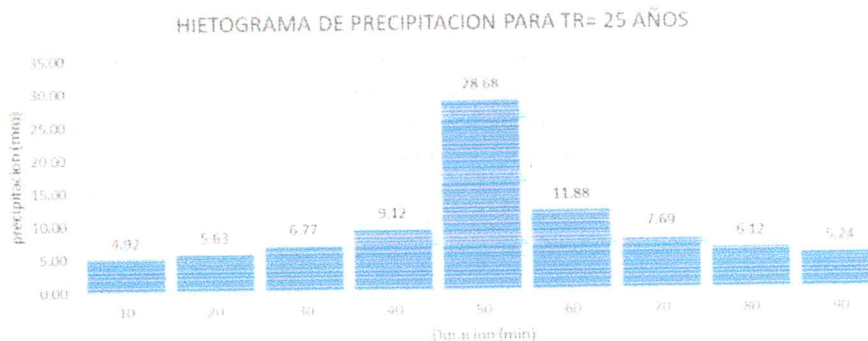
Para la generación de los hietogramas se utilizó el método de bloques alternos, Aplicando el factor de fhruling para la cuenca, se obtuvieron los siguientes hietogramas

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
		PAGINA:	Página 35 de 50
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA			

Para cuenca 1

hietograma para t= 25 años	
duración tormenta (h)	1.666666667
intensidad de lluvia (mm/h)	62.48
precipitación en 24 h	104.1271829
intervalos de tiempo (min)	10

instante (min)	intensidad (mm/h)	precipitación acumulada (mm)	precipitación (mm)	precipitación alternada	Precipitación ajustada
10	197.5674387	32.92790644	32.93	5.65	4.92
20	139.7012756	46.56709187	13.64	6.46	5.63
30	114.0656139	57.03280694	10.47	7.77	6.77
40	98.78371933	65.85581288	8.82	10.47	9.12
50	88.35484459	73.62903716	7.77	32.93	28.68
60	80.65656908	80.65656908	7.03	13.64	11.88
70	74.67347283	87.11905164	6.46	8.82	7.69
80	69.85063781	93.13418374	6.02	7.03	6.12
90	65.85581288	98.78371933	5.65	6.02	5.24
100	62.47630976	104.1271829	5.34	5.34	4.65



Gráfica 2. Hietograma de precipitación cuenca 1

ESTIMACION DEL NUMERO DE CURVA DE ESCORRENTIA

Clasificación hidrológica de los suelos

Los grupos hidrológicos en que se pueden dividir los suelos son utilizados en el planteamiento de cuencas para la estimación de la escorrentía superficial a partir de la precipitación. Las propiedades de los suelos, luego de un humedecimiento prolongado, que son consideradas para su clasificación son: profundidad del nivel freático en época de invierno, infiltración y permeabilidad del suelo luego de un humedecimiento prolongado, y la profundidad hasta el estrato de permeabilidad muy baja.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 36 de 50

Los suelos han sido clasificados en cuatro grupos A, B, C, y D, de acuerdo con el potencial de escurrimiento.

Tipo A Bajo potencial de escorrentía: Suelos con alta infiltración arenas con poco limo y arcilla y gravas profundas.

Tipo B Moderadamente bajo potencial de escorrentía: Suelos con ratas de infiltración moderadas, con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas, arenas finas y limos.

Tipo C Moderadamente alto potencial: de escorrentía. Suelos de infiltración lenta, con bajo contenido de materia orgánica y alto contenido de arcillas, arenas arcillosas poco profundas y arcillas.

Tipo D Alto potencial de escorrentía: Suelos con infiltración muy lenta, suelos arcillosos con alto potencial expansivo, suelos salinos con nivel freático alto y permanente.

En la zona de influencia de la cuenca del proyecto se encuentran presentes las siguientes tipologías de suelos:

-  1.1.1. Tejido urbano continuo
-  1.1.2. Tejido urbano discontinuo
-  2.3.1. Pastos limpios
-  2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
-  3.1.4. Bosque de galería y ripario
-  3.2.2. Arbustal
-  3.3.3. Tierras desnudas y degradadas

De acuerdo con los tipos de suelo, las propiedades observadas en la zona de influencia y las imágenes satelitales se puede clasificar como suelos **TIPO C**.

Uso y tratamiento del suelo

El efecto de la condición superficial sobre la hoya hidrográfica se evalúa por medio de las clases de tratamiento y uso del suelo. El uso del suelo pertenece a la cobertura de la hoya, incluyendo todo tipo de vegetación, humus vegetal, tierras en descanso (suelo limpio), así como usos no agrícolas, como superficies de agua (lagos, ciénagas u otras), superficies impermeables (camino, techos, etc.) y áreas urbanas.

Uno de los factores más importantes que intervienen en el cálculo es el factor de escorrentía característica de la cuenca, para ello se estimó el valor de CN según las características de uso del suelo de la cuenca en estudio.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 37 de 50

La cobertura predominante en el área de la cuenca corresponde a Pastos limpios, se encuentran zonas en las que se evidencia cobertura de tejido urbano continuo y Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales. Con base a esto se calcula el número de curva.

Condición hidrológica

Los prados son evaluados con una condición hidrológica de pasto natural. El porcentaje de área cubierta con pasto natural y la intensidad de pastoreo son estimadas visualmente. Una condición hidrológica pobre corresponde a menos del 50 % de área cubierta y alta intensidad de pastoreo. Una condición hidrológica aceptable corresponde al 50 a 75 % del área cubierta y media intensidad de pastoreo. Una condición hidrológica buena corresponde a más del 75 % de área cubierta y ligera intensidad de pastoreo.

La condición hidrológica para los bosques se determina visualmente como sigue: (1) Bosque pobre: densamente pastado o bosque regularmente quemado, con pocos arbustos y muy pequeña cantidad de humus vegetal; (2) Bosque aceptable: con pastos no quemados, con algunos arbustos y moderada cantidad de humus vegetal; (3) Bosque bueno: protegido con pasto, con alta cantidad de humus vegetal y muchos arbustos cubriendo la superficie.

Condición de humedad antecedente

El método del número de curva de escorrentía tiene tres niveles de humedad antecedente, dependiendo de la precipitación total en los cinco días previos a la tormenta, el cuadro a continuación contiene los tres tipos de condiciones que establece la Soil Conservation Service para la escala de valores donde se ajuste la precipitación acumulada previa al evento considerado

Condición de humedad antecedente publicada por la Soil Conservation Service	
Precipitación acumulada para tres niveles de condición de humedad antecedente.	
Condición de humedad antecedente(AMC)	Precipitación acumulada de los 5 días previos al evento en consideración(cm)
I	0 - 3,30
II	3,50 - 5,25
III	más de 5,25

Tabla 7. Condiciones de humedad antecedentes.

El número de curva para el estudio para cada subcuenca a partir de cada tipo de coberturas es:

cuenca #1

Etiquetas de fila	Area_Km2	CN
1.1.1. Tejido urbano continuo	0.167086	86
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	0.04046	80
2.3.1. Pastos limpios	3.738413	82
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	0.416186	76
3.1.4. Bosque de galería y ripario	0.086836	72
3.2.2. Arbustal	0.026822	86
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	0.371069	89
Total general	4.8469	81.9848808

	ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
	CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA	PAGINA:	Página 38 de 50

Abstracción inicial

$$I_a = \frac{5080}{N_c} - 50.8 = \frac{5080}{81.984} - 50.8$$

$$I_a = 11.162 \text{ mm}$$

Caudal máximo

Con el ingreso de la información al modelo de HEC-HMS se procedió al cálculo del caudal para un periodo de retorno de 25 años, dando como resultado lo siguiente:

Tabla 8: caudal máximo (método SCS, Tr= 25 años)

cuenca	caudal de diseño (m3/s)	volumen escurrido (1000m3)
Arroyo Morroa	38.8	227.5

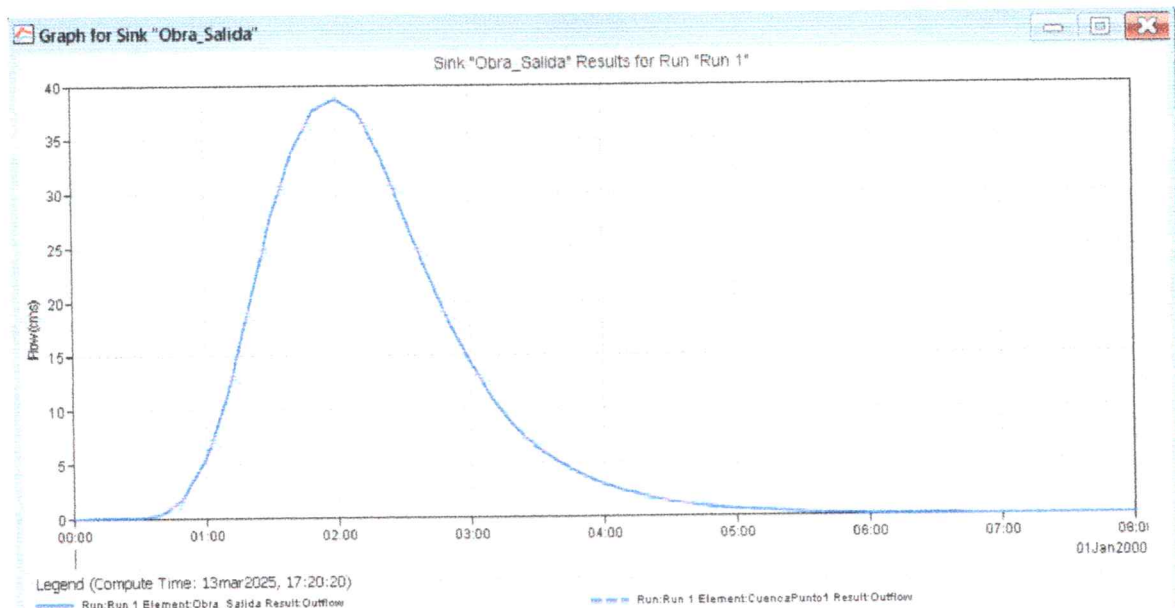
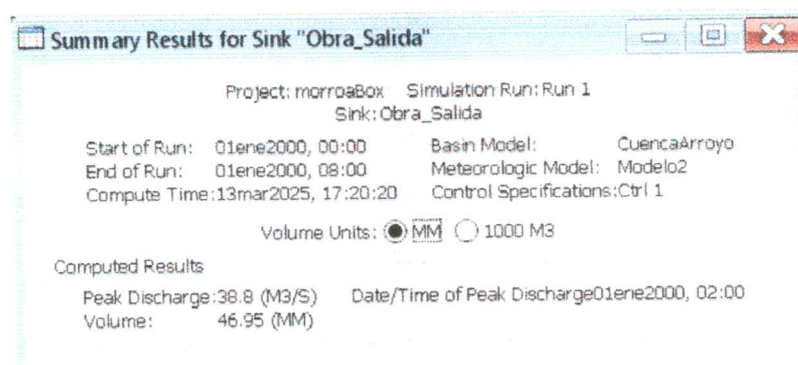


Ilustración 13. Hidrograma de crecida y caudal Punto de análisis TR= 25 años.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 39 de 50

Time-Series Results for Sink "Obra_Salida"			
Project: morroaBox Simulation Run: Run 1 Sink: Obra_Salida			
Start of Run: 01ene2000, 00:00		Basin Model: CuencaArroyo	
End of Run: 01ene2000, 08:00		Meteorologic Model: Modelo2	
Compute Time: 13mar2025, 17:20:20		Control Specifications: Ctrl 1	
Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Total Infl... (M3/S)
01ene2000	01:30	27.5	27.5
01ene2000	01:40	33.7	33.7
01ene2000	01:50	37.7	37.7
01ene2000	02:00	38.8	38.8
01ene2000	02:10	37.4	37.4
01ene2000	02:20	33.4	33.4
01ene2000	02:30	28.3	28.3

Tabla 9: Caudal pico Obra de drenaje.

7.2 CAUDAL MAXIMO PARA OBRA DE DRENAJE EXISTENTE

Con ayuda de la herramienta HY-8, se realizó la verificación de la capacidad hidráulica de la obra existente, considerando has 1.10 veces la altura libre de la misma, obteniendo el siguiente resultado:

Total Discharge	Culvert Discharge	headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
31.00	31.00	2.94	2.87	2.13	5-S2n	1.01	1.69	1.48	1.35	4.65	3.82
31.20	31.20	2.95	2.88	2.14	5-S2n	1.01	1.70	1.49	1.36	4.66	3.83
31.40	31.40	2.97	2.90	2.15	5-S2n	1.02	1.71	1.49	1.37	4.67	3.83
31.60	31.60	2.98	2.91	2.17	5-S2n	1.02	1.71	1.50	1.37	4.68	3.84
31.80	31.80	2.99	2.92	2.18	5-S2n	1.03	1.72	1.51	1.38	4.69	3.85
32.00	32.00	3.01	2.94	2.20	5-S2n	1.03	1.73	1.51	1.38	4.70	3.86
32.20	32.20	3.02	2.95	2.21	5-S2n	1.04	1.73	1.52	1.39	4.71	3.86
32.40	32.40	3.03	2.96	2.22	5-S2n	1.04	1.74	1.53	1.39	4.71	3.87
32.50	32.50	3.04	2.97	2.23	5-S2n	1.04	1.75	1.53	1.40	4.72	3.88
32.80	32.80	3.06	2.99	2.25	5-S2n	1.05	1.76	1.54	1.41	4.73	3.89
33.00	33.00	3.08	3.01	2.27	5-S2n	1.05	1.76	1.55	1.41	4.74	3.89

Tabla 10 Capacidad hidráulica de Box Culvert existente 4.5m x 2.7m.

De acuerdo al caudal máximo obtenido de 38.8 m³/s y la capacidad de la obra existente (32.5 m³/s), Como se puede observar la obra existente, No cuenta con la capacidad hidráulica suficiente para la conducción de las escorrentías generadas en su respectiva cuenca, y de acuerdo con su estado y condiciones esta obra requiere ser reemplazada, además requiere actividades de limpieza en su zona de ingreso y salida. Se debe retirar todo el material acumulado en esta área. Mayores detalles del estado de esta obra se pueden apreciar en el informe de diagnóstico de la obra, **ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE.pdf**

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 40 de 50

7.3 DISEÑO HIDRAULICO

Del estudio hidrológico anterior se determinó que el caudal de diseño corresponde a 38.8 m³/s para la obra de drenaje en consideración, para un tiempo de retorno de 25 años, de acuerdo a las características del arroyo, los niveles de la vía existente y la topografía que se presenta en la zona se propone para el manejo de las escorrentías en este punto la implantación de una obra de drenaje tipo alcantarilla con sección de Box, con una sección que brinde una capacidad hidráulica mayor al caudal esperado.

7.3.1 PARÁMETROS GENERALES

- Se diseñará una sección tipo box culvert.
- La localización de la obra propuesta a construir será perpendicular al eje de la vía en el punto de interés del proyecto según la topografía realizada a la vía.
- El eje de la obra de paso, será paralela al eje de la vía existente.
- El largo del paso corresponde al ancho de la vía propuesta.
- El ancho de la sección considerara el ancho del canal existente.
- Las cotas del fondo del cauce deben ser las necesarias para evacuar el agua y permitir su rápido tránsito bajo la vía.
- La carga la entrada y velocidades en el conducto y descole del agua Por principio, las alcantarillas deben ser diseñadas con un nivel de agua a la entrada inferior a 1.10 veces la altura de la alcantarilla, pues se debe evitar el contacto del agua con la estructura de pavimento y la afectación de las propiedades aguas arriba, además de proveerse un margen para el paso de material flotante y basuras.
- La pendiente hidráulica de las alcantarillas se debe encontrar, en lo posible, entre 0.5% y 5%, pudiendo alcanzar valores tales que no produzcan velocidades superiores a la admisible de acuerdo al material del conducto o que comprometan la estabilidad de la obra.
- El caudal mínimo en este paso es de 0 m³/seg, correspondiente al periodo seco. El caudal máximo es el que se usará para las estimaciones, y es de 38.8 m³/seg.
- No se requiere manejar drenajes subsuperficiales.
- La pendiente media del cauce aguas arriba de la obra propuesta, es de aproximadamente 1.00%.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 41 de 50

Las condiciones requeridas para el flujo están determinadas por las condiciones del mismo en el cauce natural que corresponde a un canal en terreno natural. Se concluye lo siguiente:

- La cuenca en las condiciones actuales no continuará un proceso agresivo de sedimentación aguas arriba de la obra propuesta. Se evidencio en una zona contigua que en este no se da transporte o acumulación de material de arrastre
- La velocidad media del flujo aguas arriba de la obra propuesta no es superior a la que es seguro manejar en un lecho revestido.
- La sección existente permite el tránsito del agua sin riesgo de remansos o desbordamientos del cauce.
- Que no es necesario controlar las velocidades en la cuenca. La adaptación gradual del flujo en el tiempo es un proceso natural.

7.3.2 MODELACIÓN HIDRÁULICA: SOFTWARE HY8

De acuerdo con lo establecido en la sección 4.4.8. del manual de diseños drenaje INVÍAS, para ayudar en el análisis y el diseño de alcantarillas, y posteriormente se realizar el cálculo de la socavación esperada.

Para la definición de la sección de la obra propuesta, se realizó el uso de la herramienta HY8, obteniendo los siguientes resultados:

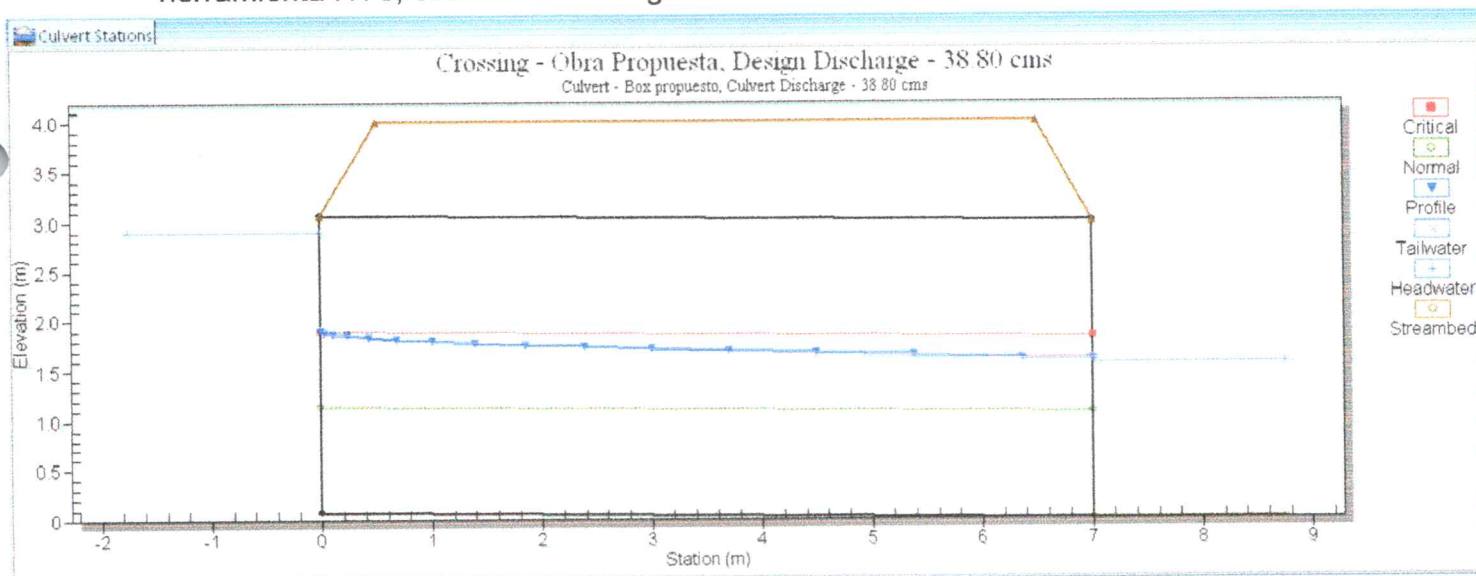


Ilustración 14. Perfil de box culvert generado en HY8 obra propuesta.

Los resultados del análisis realizado por el programa se presentan a continuación:

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 42 de 50

Total Discharge	Culvert Discharge	headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
31.00	31.00	2.49	2.42	1.82	1-S2n	0.93	1.58	1.37	1.08	4.52	3.59
32.40	32.40	2.57	2.50	1.89	1-S2n	0.95	1.62	1.42	1.11	4.58	3.64
33.80	33.80	2.64	2.57	1.97	1-S2n	0.98	1.67	1.46	1.14	4.64	3.70
35.20	35.20	2.71	2.64	2.04	1-S2n	1.01	1.72	1.50	1.17	4.69	3.75
36.60	36.60	2.79	2.72	2.12	1-S2n	1.04	1.76	1.54	1.20	4.74	3.80
38.00	38.00	2.86	2.79	2.20	1-S2n	1.06	1.81	1.58	1.23	4.80	3.85
38.80	38.80	2.90	2.83	2.25	1-S2n	1.08	1.83	1.61	1.25	4.82	3.87
40.80	40.80	3.01	2.94	2.36	1-S2n	1.12	1.89	1.67	1.29	4.90	3.94
42.20	42.20	3.08	3.01	2.44	5-S2n	1.14	1.94	1.71	1.32	4.94	3.99
43.60	43.60	3.16	3.09	2.52	5-S2n	1.17	1.98	1.75	1.35	4.99	4.03
45.00	45.00	3.23	3.16	2.60	5-S2n	1.20	2.02	1.79	1.38	5.04	4.07

Tabla 11. Resultado HY8 Punto de interés

Para un análisis la simulación se asume una estructura tipo alcantarilla de cajón en concreto de 5.0x3.0m de dimensiones internas, con un coeficiente de rugosidad de 0.014. Es suficiente en condiciones de flujo gradualmente variado, Se observa que para el caudal de 38.8 m³/s, la altura Hw es de 2.83m, es decir Hw/D= 0.94, valor menor a 1.10 y, por lo tanto, dentro de las recomendaciones de diseño. La velocidad en la salida de la alcantarilla es de 3.87 m/s, apropiada para concretos convencionales.

7.3.3 SOCAVACIÓN

Se emplean las fórmulas señaladas en el manual de diseño de drenajes de Invías.

Se chequeará que ocurra o no transporte de sedimentos en el cauce. Para determinar si la socavación se presenta como condición de lecho móvil (lived-bed), la cual ocurre cuando se considera transporte de sedimentos desde aguas arriba hasta el sitio del puente, depositándose parte de este sedimento en la fosa de socavación, o como socavación por agua clara (clear-water) que ocurre cuando no hay transporte de sedimentos desde aguas arriba y, por lo tanto, el material removido de la fosa socavada no es reemplazado.

$$V_c = 6.19 Y_o^{1/6} d_{50}^{1/3}$$

Yo:	2.83	m
d50:	0,000334	m
Vc:	0,51	m/s

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 43 de 50

La velocidad media aguas arriba es: 3.87 m/s., es decir que la socavación se presenta por movimiento de lecho (live-bed).

Para el cálculo de la socavación se empleará el método de Lischtván - Lebediev descrito en el manual de diseño de obras de drenaje de Invias.

$$Y_s = \left(\frac{\alpha Y_0^{5/3}}{0.68 \beta \mu \phi d_m^{0.28}} \right)^{\frac{1}{1+Z}}$$

Yo: 2.83 m

Qd= 38.8 m3/seg

A= 14.15 m2

Be= 5.00 m

Ym= 2.83 m

$$\beta = 0.7929 + 0.0973 \ln(T)$$

$$\alpha = \frac{Q_d}{Y_m^{5/3} B_e}$$

$$Y_m = \frac{A}{B_e}$$

α: 1,37

β= 1,106

μ= 1,00

Teniendo en cuenta que la socavación es Live-Bed, entonces:

$$\phi = -0.54 + 1.5143 \gamma_{as}$$

Yas: 1,15 Ton/m3

Φ=1,201

$$d_m = 0.01 \sum d_i P_i$$

dm= 6.35 mm

$$Z = 0.394557 - 0.0413 \log(d_m) - 0.00891 \log^2 d_m$$

Z= 0.36

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 44 de 50

Entonces:

$$Y_s = \left(\frac{\alpha Y_0^{5/3}}{0.68 \beta \mu \phi d_m^{0.28}} \right)^{\frac{1}{1+Z}}$$

$$Y_s = 3.32m$$

$$S_o = Y_s - Y_o$$

$$S_o = 3.32 - 2.83 = 0.49m$$

La profundidad probable de socavación será de 0.49 m, en una sección no revestida. Por lo tanto, no es necesario construir ningún tipo de obra para controlarla, se recomienda complementar esto con el mantenimiento de la vegetación alrededor del cauce. Las losas de entrada y salida del box culvert a construir protegerán la zona baja de este de que se presente este fenómeno. Se debe garantizar las cotas de implantación de la obra, para su correcto funcionamiento.

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 45 de 50

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las características pluviográficas de la zona de estudio fueron determinadas mediante la estación meteorológica AEROPUERTO RAFAEL BARVO (25025080) en Corozal con latitud: 9°20'2.0"N y longitud: 75°16'59.0"W, ubicada en el área de influencia del proyecto.

La determinación de la precipitación de diseño para las curvas IDF se realizó mediante la distribución de probabilidad Log Pearson III, obteniéndose valores para los periodos de retorno necesarios. De estas se obtuvieron las curvas IDF mediante el método simplificado establecido en el manual de drenaje de INVIAS 2009.

El periodo de diseño en consideración para la estructura fue de 25 años para la obra tipo box culvert propuesta, considerando lo establecido en el Manual de drenaje de carreteras. Invias, 2009.

Los caudales máximos de periodo de retorno para el punto fueron generados a partir de precipitaciones extremas y de análisis estadísticos, utilización del modelo hidrológico HEC – HMS v4.4.1 y metodologías comúnmente utilizadas como la SCS de los EEUU (Soil Conservation Service). En base a los resultados de los modelos se obtuvieron caudales de 38.8 m³/s para el punto de interés ubicado en la vía.

Cabe aclarar que la topografía de la zona a intervenir, permiten el adecuado drenaje de las aguas, ya que se manejan algunas pendientes considerables, las cuales permiten la evacuación de las aguas, el diseñador deberá tener en cuenta esto, con el fin de lograr estructura que no afecten el resto de la vía.

De la modelación hidráulica realizada en el software HY-8, y considerando la sección del arroyo existente se determinó que se requiere de la construcción de un **Box de sección interna 5.0x3.0** para el correcto manejo de las escorrentías que llegan al punto de construcción del mismo, en este se determinó que el nivel de agua máximo esperado corresponde a la 2.83 m de la sección, tal como se muestra en la **ilustración 16** y se evidencia en la **tabla 11**.

Se deberá realizar la correcta implantación de la obra para asegurar el correcto manejo de las escorrentías que se presentan en esta cuenca.

En cauces naturales como el arroyo, el flujo es no permanente para condiciones de creciente, lo cual no es tomado en cuenta por los métodos tradicionales de cálculo

	<i>ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO</i>	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 46 de 50

de la socavación. El caudal máximo de diseño se presenta en tiempos muy cortos y seguramente menores a los necesarios para que se alcancen las profundidades máximas de socavación calculadas.

Se deberá realizar la protección de los taludes del box culvert, específicamente en la zona entre las aletas y la vía, para evitar que se generen procesos de erosión del material de relleno y de la estructura de la vía como tal. De igual forma para los terraplenes necesarios en la vía para alcanzar la cota de la obra, protegiendo también estos del impacto directo de las escorrentías presentadas. Deberá determinarse la viabilidad del tipo de obra para lograr este objetivo.

Para el buen funcionamiento de las estructuras hidráulicas se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✓ Las dimensiones establecidas son secciones hidráulicas y no incluyen las secciones estructurales.
- ✓ Al momento de la construcción la vía se deben definir las cotas del fondo del pavimento, de los bordillos con la cota del eje de la vía con el fin de evitar problemas constructivos, la sección hidráulica puede cambiar dependiendo de la topografía y sección de la escorrentía.

Finalmente, cabe mencionar que, como parte de la intervención, se contempla la reubicación de las redes existentes de alcantarillado y telecomunicaciones que cruzan por el puente actual. En este sentido, se mantendrán los mismos diámetros y materiales originalmente utilizados, dada la funcionalidad adecuada que aún presentan, por lo que no se proyectaron modificaciones en sus especificaciones técnicas. aclarando que se requerirán accesorios adicionales, a los existentes para asegurar el correcto paso de las tuberías, y que estas no se vean afectadas por la construcción de la obra.

Se dan por terminadas estas memorias de diseño, sin antes advertir que Cualquier cambio debe ser consultado y cualquier variación sin previa autorización será responsabilidad exclusiva del propietario.



ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y
DISEÑO HIDRAULICO

VERSION: 01
FECHA: 06-03-2025
PAGINA: Página 47 de 50

CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA

Anexos

Datos de estaciones utilizadas

CODIGO	CAT	NOMBRE	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	ELEV	LONGITUD	LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
37015020	CP	Serlin Automotriz	Tona	Santander	3114	75°51'7.0"W	7°11'13.0"N	14.0	23.9	36.4	81.5	92.3	59.0	55.7	48.0	94.1	99.7	54.0	19.6	698.2
23190100	PM	Picacho El	Tona	Santander	3110	72°52'59.0"W	7°16'36.0"N	31.6	59.4	79.9	130.9	211.0	135.1	105.8	146.1	190.1	194.2	135.5	44.9	1516.9
23190130	PM	Tona	Tona	Santander	1910	72°58'14.0"W	7°11'46.0"N	66.0	86.2	141.9	233.8	181.1	52.9	34.3	43.9	127.3	211.8	183.9	89.6	1473.9
24010080	PM	Valle de San Jose	Valle de San Jose	Santander	1000	72°58'34.0"W	6°16'28.0"N	33.7	66.8	107.3	197.1	241.0	210.3	201.1	216.2	222.9	232.1	152.7	49.5	1930.7
24011570	CO	Vetas Granja	Vetas	Santander	2170	73°40'22.0"W	5°59'50.0"N	55.4	79.2	135.5	244.0	273.1	186.1	171.4	170.9	222.8	263.7	185.6	86.1	2067.2
23190450	PM	Vetas El Pozo	Vetas	Santander	3120	72°52'42.0"W	7°18'82.0"N	23.5	34.7	58.9	132.3	121.7	61.9	44.9	49.0	104.7	129.5	93.4	32.1	908.5
23190450	PM	Vetas La	Zapatocha	Santander	815	73°16'47.6"W	6°42'26.1"N	43.2	51.8	78.1	148.6	175.6	134.7	116.7	119.2	187.3	226.7	155.3	46.9	1564.7
24050100	CO	Zapatocha	Zapatocha	Santander	1810	73°16'57.9"W	6°47'34.0"N	30.9	38.6	74.5	129.0	163.0	109.0	100.0	119.4	157.1	175.3	111.4	48.9	1156.1
25020860	PM	Frontera La Hija	Buenavista	Sucre	100	74°56'17.0"W	9°11'34.0"N	15.2	12.4	38.6	98.3	153.0	158.0	156.6	180.1	161.5	162.4	101.0	47.1	1187.3
25020980	PM	Camito	Camito	Sucre	20	75°7'28.0"W	8°47'27.0"N	10.6	11.7	40.4	104.9	183.0	246.9	258.6	283.3	259.0	200.7	122.0	35.0	1753.6
13030340	PM	Chalan	Chalan	Sucre	100	75°19'11.0"W	9°12'19.0"N	28.3	16.1	44.3	112.9	209.9	151.2	113.2	135.0	172.0	208.5	138.8	48.9	1413.4
13045020	CP	Ormatas	Coroso	Sucre	100	75°21'4.9"W	9°31'48.5"N	17.1	11.1	37.1	89.0	173.7	147.3	131.4	145.6	136.1	153.7	119.9	48.1	1186.7
25021480	SS	Agua Salada Barro	Corozal	Sucre	186	75°18'59.0"W	9°20'10.0"N	18.1	8.6	35.3	95.3	153.3	137.1	138.7	140.5	139.0	135.0	85.9	36.9	1127.9
25020920	PM	Hato Nuevo	Corozal	Sucre	80	75°11'35.0"W	9°10'43.0"N	24.1	31.4	38.8	105.6	196.6	175.1	189.9	214.5	216.4	197.1	117.2	42.9	1547.9
25021000	PM	Galerías	Galerías	Sucre	70	75°13'3.0"W	9°9'54.0"N	24.9	23.3	58.0	102.7	181.7	182.3	175.5	186.3	197.8	183.4	128.6	50.8	1480.1
25020940	PM	Villanueva	Guatande	Sucre	40	74°44'8.0"W	8°19'58.0"N	0.6	70.8	100.5	230.1	444.6	446.7	481.8	489.3	374.7	440.9	395.6	159.7	3486.6
25025240	CP	Malagual	Malagual	Sucre	20	74°38'15.0"W	8°12'47.0"N	17.6	24.6	51.1	161.3	317.4	340.1	349.3	393.3	375.1	383.1	297.1	114.7	2695.8
25020790	PM	Palmarito	Malagual	Sucre	50	74°43'4.0"W	8°43'8.0"N	23.0	20.6	49.6	131.7	259.0	295.8	320.6	362.5	344.6	180.1	293.6	145.5	2626.8
25020820	PM	Zapata	Malagual	Sucre	50	74°42'39.0"W	8°36'10.0"N	13.8	19.6	58.9	152.6	302.5	329.5	353.1	372.9	289.1	364.7	294.5	83.2	2638.4
25025270	AM	Univ de Sucre	Sambors	Sucre	180	75°24'8.0"W	9°12'42.0"N	19.4	34.8	39.3	116.8	166.9	151.3	153.1	169.8	187.6	132.5	106.7	45.3	1303.6
25025180	CO	San Benito Abad	San Benito Abad	Sucre	20	76°21'11.0"W	8°56'7.0"N	13.5	14.7	36.1	114.7	191.8	227.2	241.7	162.3	266.7	236.0	147.1	50.7	1718.4
25020760	PM	Santiago Acosta	San Benito Abad	Sucre	25	74°55'16.0"W	9°01'17.0"N	15.4	18.6	24.7	97.8	189.5	161.8	167.5	103.8	225.1	103.8	117.7	42.3	1467.9
25020750	PM	Tabitas Las	San Benito Abad	Sucre	60	75°10'8.0"W	9°04'10.0"N	17.9	23.1	38.1	97.0	206.9	188.3	195.1	218.0	214.6	178.8	107.1	28.3	1517.7
25020400	PM	Libra Arriba	San Juan de Betulia	Sucre	180	75°10'2.8"W	9°23'1.3"N	27.3	11.1	36.8	79.1	130.8	116.0	108.8	119.0	112.6	141.8	80.3	31.7	994.9
25020740	PM	Eureka Hija	San Marcos	Sucre	20	75°51'4.4"W	8°34'34.0"N	8.5	8.7	12.7	127.8	249.7	233.8	311.2	303.5	283.2	235.5	351.0	69.5	1987.6

Contacto: 320 6248121
Dirección: Morroa, Sucre. Cra 2ª #8

	ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO		VERSION:	01
			FECHA:	06-03-2025
	CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 48 de 50

marzo de 2025

Morroa, Sucre.

Señor:

LUÍS GERMÁN RODRÍGUEZ DOMÍNGUEZ
Alcalde del municipio de Morroa, Sucre.

Asunto: Memorial de responsabilidad de estudio hidrológico e hidráulico.

Certifico que he realizado el Estudio Hidrológico e Hidráulico para el Proyecto **"CONSTRUCCIÓN DE OBRA HIDRAÚLICA EN LA CALLE 7 DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO MORROA, SUCRE"**, a construirse en el Municipio de Morroa, Departamento de Sucre, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en El Manual de drenaje para carreteras de INVIAS 2009, cuyos resultados se encuentran consignados en el estudio hidrológico.

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

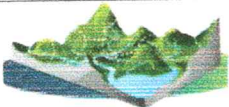
Válido para: **"CONSTRUCCIÓN DE OBRA
HIDRAÚLICA EN LA CALLE 7 DEL CASCO
URBANO DEL MUNICIPIO MORROA, SUCRE"**
06-03-2025


CAMILO ANDRES TAPIA AGUAS

Ingeniero Civil

Master en Ingeniería del ciclo integral del agua

M.P.: 22202-434831 COR

	ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO		VERSION:	01
			FECHA:	06-03-2025
	CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 49 de 50



Contacto: 320 6248121
 Dirección: Morroa, Sucre. Cra 2ª #8

	ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRAULICO	VERSION:	01
		FECHA:	06-03-2025
	CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA	PAGINA:	Página 50 de 50



Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3300567

**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que CAMILO ANDRES TAPIA AGUIRRE, identificado(a) con Cedula de Ciudadanía 1099964953, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 22202-434831 desde el 04 de Octubre de 2019, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1625.
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. los dieciocho (18) días del mes de Enero del año dos mil veinticinco (2025).

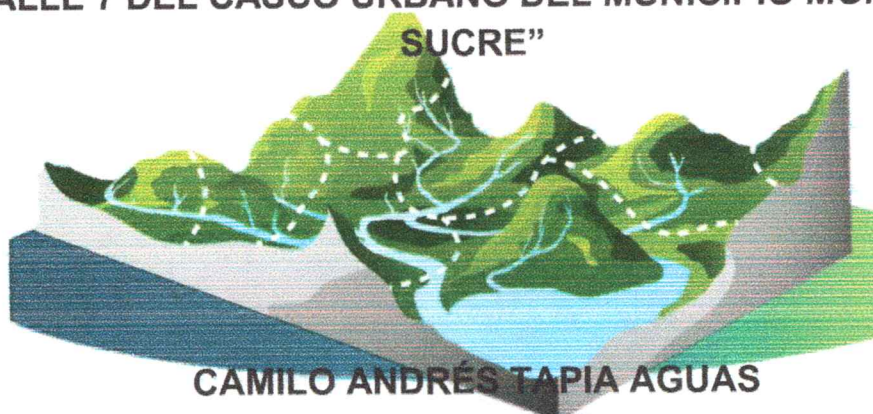
Rubén Darío Ochoa Arbeláez

(* 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_Micrositio/Certificados/foodoftstanding/Certificates/foodoftstanding?start indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA	VERSION:	1
		FECHA:	05-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 1 de 16

**ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE
ARTE, LOCALIZADA EN LA CALLE 7 DEL CASCO URBANO DEL
MUNICIPIO MORROA, SUCRE**

**PROYECTO: “CONSTRUCCIÓN DE OBRA HIDRAÚLICA EN LA
CALLE 7 DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO MORROA,
SUCRE”**



CAMILO ANDRÉS TAPIA AGUAS

Ingeniero Civil

Master en Ingeniería del Ciclo Integral del Agua

M.P.: 22202-434831 COR

VERSIÓN	FECHA
01	05/03/2025

**REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE SUCRE
MUNICIPIO DE MORROA**

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA	VERSION:	1
		FECHA:	05-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 2 de 16

1. GENERALIDADES

En una carretera, el sistema de drenaje es el conjunto de obras que permite un manejo adecuado de los fluidos, para lo cual es indispensable considerar los procesos de captación, conducción, y evacuación de los mismos.

El exceso de agua u otros fluidos en los suelos o en la estructura de una carretera, afecta sus propiedades geomecánicas, los mecanismos de transferencia de carga, presiones de poros, subpresiones de flujo, presiones hidrostáticas, e incrementa la susceptibilidad a los cambios volumétricos. Por tal motivo, y aun cuando el agua es un elemento fundamental para la vida, es también una de las causas más relevantes del deterioro prematuro de la infraestructura vial.

El objetivo de las obras de arte es el de conducir las aguas de escorrentía o de flujo superficial, rápida y controladamente hasta su disposición final. De esta manera, se convierten en un soporte importante para el control de la erosión en taludes y la protección de la estructura del pavimento, permitiendo la rápida evacuación del agua que, además de afectar la estructura, afecta la seguridad de los usuarios.

A medida que se produce el envejecimiento de los sistemas de transporte de las aguas superficiales, el riesgo de deterioro, obstrucciones y derrumbes se convierte en una consideración muy importante.

A continuación, se documenta la inspección del box culvert existente en la vía y el concepto de los daños presentes y su respectiva recomendación.

2. ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto en mención comprende la **“CONSTRUCCIÓN DE OBRA HIDRAÚLICA EN LA CALLE 7 DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO MORROA, SUCRE”**. Actualmente, la vía aledaña al box culvert existente se encuentra en regular en buen estado con algunas fallas puntuales, por consistir en una vía de antigüedad considerable y además de algunas fallas estructurales en el pavimento que se han presentado. La obra como tal se presenta en regular a mal estado, presenta fallas en la losa de salida, deterioro de la losa de paso, contaminación del concreto, acumulación de basura en su interior y además toda el área de la losa de salida en mal estado, permitiendo observa el material de soporte de la obra. Esta cuenta con sección hidráulica de 4.5m de ancho por 2.7m de alto con un Angulo de esviaje de 52°. Se evidencia acumulación del agua en la zona de ingreso debido a que el fondo del canal natural es mas bajo que la cota de la losa existente.

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA	VERSION:	1
		FECHA:	05-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 3 de 16

3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Morroa es un municipio colombiano ubicado al noreste del departamento de Sucre, en la subregión de Montes de María, en la región Caribe de Colombia, al norte de la República de Colombia. Fue elevado a la categoría de municipio por primera vez el 1855, perdió esta categoría en 1928, pero poco tiempo después y por medio de ingentes esfuerzos legales, fue ratificado nuevamente como municipio.

Limitado por las Coordenadas Geográficas, 9°20'121" Latitud Norte y 75°18'31" Latitud Occidental respecto al Meridiano de Greenwich y coordenadas planas X= 1'524.000, Y= 865.000 según restricciones Cartográficas del IGAC. A una altura sobre el nivel del mar de 160 m. Dista de Sincelejo la capital departamental 10 km por vía terrestre. El área municipal es de 170,16 km² ocupando el 1,5% del territorio departamental.

Los límites del municipio son:

NORTE: Municipios de Toluvielo, Coloso y Los Palmitos

ESTE: municipios de Corozal y Los Palmitos

SUR: municipios de Sincelejo y Corozal

OESTE: municipios de Toluvielo y Sincelejo

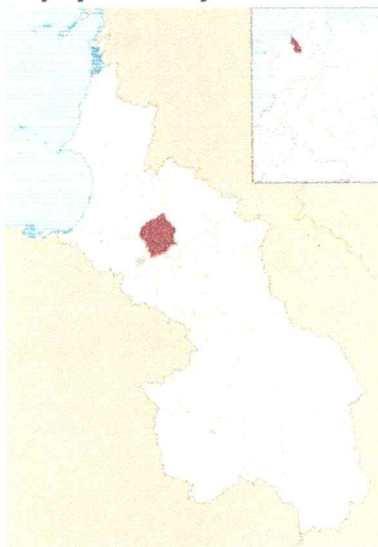


Ilustración 1. Localización de Morroa en el departamento de Sucre.

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA	VERSION:	1
		FECHA:	05-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 4 de 16



Ilustración 2. imagen satelital de localización de obra de arte a intervenir en calle 7 perteneciente al municipio de Morroa.

El proyecto se desarrollará específicamente en la calle 7, vía de acceso principal al municipio de Morroa, Sucre. Este es conocido como el arroyo Morroa.

En la siguiente tabla se resume el geoposicionamiento de la obra a estudiar.

GEOPOSICIONAMIENTO					
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE OBRA HIDRAÚLICA EN LA CALLE 7 DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO					
LOCALIZACION	REFERENCIA	COORDENADAS ELIPSOIDALES		COORDENADAS GAUSS KRUGER	
		LATITUD	LONGITUD	NORTE	ESTE
Arroyo Calle 7	Via de acceso principal	9°19'57.21"N	75°18'12.91"O	1524035.60	865297.88

Tabla 1. Cuadro resumen de localización inicio – fin del tramo de vía a intervenir.

4. CONTROL DE AGUAS SUPERFICIALES

Para definir el drenaje superficial se consideran las obras que actúan directamente sobre la carretera y las obras para el control de erosión de taludes que resultan ser muy importantes en la estabilidad de la vía.

Las obras de drenaje superficial, las que nos atañen en este caso, son las que trabajan directamente sobre la carretera se consideran como longitudinales o transversales, según la posición que estas guarden con respecto al eje de la vía.

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA		VERSION:	1
			FECHA:	05-03-2025
	CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 5 de 16

El drenaje longitudinal tiene por objeto captar los flujos de agua para evitar que lleguen a la vía o permanezcan en ella causando desperfectos. A este grupo pertenecen las cunetas y bordillos.

El drenaje transversal da paso al agua que cruza de un lado al otro de la vía.

4.1. DRENAJE LONGITUDINAL

El sistema de drenaje longitudinal está constituido por aquellos elementos que se desarrollan en forma aproximadamente paralela al eje de la carretera. El más notorio es la cuneta, canal que atrapa el caudal que discurre por la vía y lo canaliza. Por lo general la entrega se realiza aguas arriba o aguas debajo de una alcantarilla en una zona preparada para resistir el paso del agua.

4.2. DRENAJE TRANSVERSAL

Los sistemas de drenaje transversal son aquellos elementos que transportan agua cruzando el eje de la carretera. Por lo general, el cruce se realiza de manera perpendicular al eje y transportan el aporte de la cuenca que se encuentra aguas arriba de la vía en dirección aguas abajo.

4.2.1. Alcantarillas.

Son estructuras de evacuación de las aguas de escorrentía y su función es la de drenar corrientes de agua permanentes o estacionales. También se les denomina alcantarillas a las estructuras que permiten evacuar en sitios predeterminados los caudales entregados por las cunetas, que a su vez recogen las aguas lluvias que caen sobre la calzada. Se consideran aquí las alcantarillas en donde el agua fluye con una superficie libre por la tubería.

La separación entre alcantarillas depende de varios factores entre los cuales podemos destacar: la topografía, la hidrología de la zona, la pendiente del tramo de carretera, la vegetación, el trazado, etc.

Vale la pena aclarar que, para efectos de este informe, las alcantarillas aquí mencionadas están compuestas por tubería de concreto y alcantarillas de sección cuadrada o rectangular (box culvert).

5. DAÑOS TÍPICOS ENCONTRADOS

Dentro del recorrido realizado los principales daños detectados en las estructuras de drenaje son:

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA	VERSION:	1
		FECHA:	05-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 6 de 16

- **Grietas en aletas, muro cabezal y muros de pocetas o lavaderos.** Este tipo de daños afectan tanto la estabilidad como la funcionalidad de la estructura.
- **Grietas en la tubería principal.** Este tipo de daños se presenta en las alcantarillas.
- **Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas.** estas afectan tanto la estabilidad como la funcionalidad de la estructura.
- **Fractura con pérdida parcial o total de la tubería.** Este tipo de daño afecta la estabilidad y funcionalidad de la estructura y de la vía en general, ya que permite infiltraciones de agua al terreno.
- **Separación de secciones de tubería permitiendo la infiltración de agua.** Esto puede generar hundimientos en la vía por pérdida de material en el terraplén.
- **Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado, y/o muro cabezal.** Los efectos de la socavación sobre las estructuras son bien conocidos, provocando en la mayoría de los casos el colapso. removiendo el suelo de cimentación de los diferentes componentes de la alcantarilla.
- **Hundimientos o aplastamientos de secciones de tubería.** Este daño generalmente está asociado a asentamientos y hundimientos de la rasante o superficie del terreno.
- **Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones de la tubería.** Lo que genera infiltración de agua o de cualquier otro material.
- **Exposición de la tubería a la acción del tráfico.** Este daño está asociado con la mala calidad de compactación y espesores deficientes del material de relleno sobre las tuberías, en algunos casos se puede encontrar con separación de las secciones de tubería.
- **Mantenimiento inadecuado.** Presentan en su gran mayoría invasión de maleza, colmatación parcial o total de las estructuras de entrada y salida de la alcantarilla, del encofe, del descofe y de la tubería, También se registrarán los efectos antrópicos tales como acumulación de materiales de construcción, basuras, etc., que afectan el buen funcionamiento de la estructura.

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA	VERSION:	1
		FECHA:	05-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 7 de 16

6. CRITERIOS DE VALORACIÓN

Para cada una de las obras valoradas, se aplicaron los siguientes criterios que nos permitieran evaluar las acciones a tomar y así determinar su permanencia, reemplazo u obras complementarias en cada caso.

A continuación, se detallan cada una de estas consideraciones:

6.1. SECCIÓN DE LA ALCANTARILLA.

Con el fin de cumplir con lo estipulado en el manual de drenaje carretera de INVIAS 2009 en su literal 4.4.5.2 El diámetro mínimo de todas las alcantarillas, incluyendo las alcantarillas de alivio de cunetas, es de 0.90 m. Esto se fundamenta especialmente en que las alcantarillas de menor diámetro tienden a obstruirse más fácilmente y su mantenimiento se vuelve casi que nulo.

Por lo anterior las alcantarillas que no cumplan este criterio deben de ser reemplazadas por una nueva obra tipo box culvert.

6.2. LONGITUD DE LAS OBRAS

Con el fin de cumplir con lo estipulado en el diseño geométrico de la vía y manual de diseño geométrico de carreteras de INVIAS 2008 en la tabla 5.2 y 5.4 el ancho efectivo de la calzada debe ser 6.0 m y 1.0 de la berma, por lo tanto, el ancho efectivo mínimo de las obras de arte longitudinal debe de ser 7.4 m internos. Por lo tanto, en aquellos sitios donde esto no se cumpla es necesario de ampliar la calzada.

6.3. SOCAVACIÓN.

Con el fin de cumplir con lo estipulado en el manual de drenaje carretera de INVIAS 2009 en su literal 4.4.7 aquellos sitios donde se presente principios de socavación se hacen necesario la construcción del dentellón, en aquellos puntos donde carezca de losa de fondo de salida y la obra se encuentre en buen estado, se hace necesario de la construcción de dichas obras.

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA	VERSION:	1
		FECHA:	05-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 8 de 16

7. CONCLUSIONES

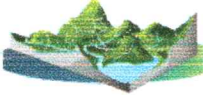
De la inspección realizada a la vía a intervenir el día 6 de marzo del año 2025, se observo el estado actual de la obra existente en la calle 7 sobre el arroyo Morroa, la cual corresponde a un box culvert de 4.5mx2.7m, que da manejo a los caudales generados en los terrenos aledaños a la vía, los cuales no transportan escorrentía permanente ni en gran cantidad, pero aun así genera un caudal considerable.



Ilustración 3. estructura existente Fuente: Elaboración propia.

La obra de arte muestra ser de construcción antigua, debido a su condición se encuentra en regular o mal estado, se evidencia un alto deterioro en sus elementos, alta proliferación de vegetación en sus costados, aceros expuestos y pérdida del concreto en los bordes, y además como agravante se evidencia un alto deterioro de la losa de salida la cual se encuentra totalmente fraccionada, llegando al punto en que el material de soporte fue desplazado por el agua y colapso totalmente, en esta área se evidencia acumulación de material de transporte.

En la zona de la losa de entrada se evidencia que la misma queda por encima del nivel del fondo del canal lo que genera la acumulación de agua durante un tiempo prolongado, existe alto crecimiento de material vegetal, se evidencia grietas transversales agregados expuestos, alta contaminación del concreto y fallas en la losa de la aleta izquierda de ingreso. La aleta derecha presenta alta contaminación

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA	VERSION:	1
		FECHA:	05-03-2025
	CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA	PAGINA:	Página 9 de 16

del concreto y se encuentra en un Angulo mayor a 45°, se observa desprendimiento del concreto de la misma, y se evidencia que la descarga de agua desde la vía al no contar con recubrimiento parte de esta logra que se sature el material contenido por la aleta. Se evidencia acero expuesto y desprendimiento del concreto de la losa, las barandas existentes son en concreto se evidencian en regular estado, solo presentan contaminación del concreto. Ver fotografía 1.

Para la zona de salida, se evidencia deterioro total de la losa de salida en piedra pegada, y con esta la socavación de gran parte de su terreno de apoyo, además se evidencia que el fenómeno se esta extendiendo hacia la parte baja de la tubería del box. Existe material de arrastre acumulado en toda esta zona y también se ve expuesta toda el área de apoyo de una de las aletas. De este costado se cuenta con un sistema de gaviones para dar contención al terreno, pero se evidencia la falla del mismo al presentarse un agujero y respectivo hundimiento del pavimento en la parte posterior al muro de gaviones, el cual ha venido creciendo, demostrando la filtración de material a través del muro de contención.

se recomienda la realización de un estudio hidrológico para verificar que cuenta con la capacidad hidráulica necesaria para manejar la cuenca y permitir en buen flujo, en caso de cumplir con esto, se debe replantear su condición actual debido a estado de deterioro que presentan sus elementos.

OBRAS DE DRENAJE										
#	ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	# DUCTOS	DIMENSIONES				ESTADO		
				ANCHO (M)	ALTO (M)	DIÁMETRO (M)	ALETAS	BUENO	REGULAR	MALO
1	BOX CULVERT	Calle 7	UNO	4.5	2.7		Sí		X	X

Tabla 2. Resultado de diagnóstico realizado en la vía. Fuente: Elaboración propia.

Para mayor constancia se firma en Morroa a los 5 días del mes de marzo de 2025.

Respetuosamente,

VALIDO PARA "CONSTRUCCIÓN DE OBRA HIDRÁULICA EN LA
CALLE 7 DEL CASO URBANO DEL MUNICIPIO MORROA, S.L.P."

CAMILO ANDRÉS TAPIA AGUAS

Ingeniero Civil

Master en Ingeniería del Ciclo Integral del Agua

M.P.: 22202-434831 COR

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA	VERSION:	1
		FECHA:	05-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 10 de 16



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

VALIDO PARA: "CONSTRUCCIÓN DE OBRA HIDRÁULICA EN LA CALLE 7 DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MORROA, SUCRE"


DIRECTOR GENERAL

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA, Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590



CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA
EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA

1. Que CAMILO ANDRES TAPIA AGUAS, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1099964953, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 22201434831 desde el 04 de Octubre de 2019, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1625.
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 dieciocho (18) días del mes de Enero del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

(*) 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.



LA RECTORA DE LA UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO

Considerando que, conforme a las disposiciones y circunstancias previstas en la legislación vigente,

**VALIDO PARA: "CONSTRUCCIÓN DE OBRA HIDRÁULICA EN LA
CALLE 7 DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MORROA,**

SUCRE dentro del convenio suscrito entre Nalaciones Integrales de Formación y Gestión S.A. y la Universidad Alfonso X el Sabio, expide el presente Título de

Máster en Ingeniería del Ciclo Integral del Agua

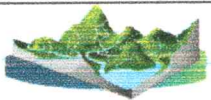
Dado en Villanueva de la Cañada a 1 de junio de 2023

El interesado/a

La Rectora

ANILIA FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

El presente documento es válido para el periodo de validez que se indica en el que, de acuerdo con lo establecido en el artículo 10 de la Ley 14/2007, de 30 de octubre, de Ordenación de las enseñanzas universitarias, se establece el periodo de validez de este documento para el periodo de validez de este documento.

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA	VERSION:	1
		FECHA:	05-03-2025
	CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA	PAGINA:	Página 12 de 16

ANEXOS

FOTOGRAFIAS



Fotografía 1. Zona de entrada de la obra.



Fotografía 2. Desprendimiento y acero expuesto en losa zona de entrada.

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA	VERSION: 1
	FECHA: 05-03-2025	PAGINA: Página 13 de 16

CONTENIDO: **MEMORIA DESCRIPTIVA**



Fotografía 3. Estado aleta izquierda en zona de entrada.



Fotografía 4. Estado zona de paso de la obra. Se evidencia hundimiento de las losas y existencia de dos aberturas en la losa, cubiertas con dos ruedas llenas de concreto.

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA	VERSION:	1
		FECHA:	05-03-2025
	CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:



Fotografía 5. Zona de salida de la obra.



Fotografía 6. Aleta Izquierda zona de salida, se presenta alta socavación de losa en piedra pegada.

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA		VERSION:	1
			FECHA:	05-03-2025
	CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 15 de 16



Fotografía 7. Desmoronamiento del concreto de la losa en la zona de salida.



Fotografía 8. Hundimiento de losas de pavimento en zona posterior a aletas y muro de gaviones.

	ESTUDIO DE INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LA OBRA DE ARTE EN LA VÍA	VERSION:	1
		FECHA:	05-03-2025
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PAGINA:	Página 16 de 16

FORMATO DE INSPECCION

FORMATO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE ALCANTARILLA

EVALUACIÓN DE LAS OBRAS DEL CONTRATO No _____ DE _____
 TERRITORIAL MUNICIPIO DE MORROA - SUCRE
 NOMBRE DE LA VÍA CONSTRUCCIÓN DE OBRA HIDRÁULICA EN LA CALLE 7 DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO MORROA, SUCRE
 CÓDIGO DE LA VÍA
 UBICACIÓN (PR) **K0+085**

COORDENADAS
 9°19'57.25"N 75°18'12.80"W
 FECHA: 6/03/2025
 HOJA: 1 DE 1

LEVANTADO POR: SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

TIPO DE ALCANTARILLA

CAJÓN	ANCHO (m)	4.5	ALTURA (m)	2.7
TUBERÍA	DIÁMETRO (m)			
SIMPLE				
DOBLE				
MULTIPLE				
OTRA				

No. DE DUCTOS 1
 CUAL

CARACTERÍSTICAS DEL DUCTO

LONGITUD (m)	9.2
ÁNGULO DE ESVAJE	55°
MATERIAL DE TUBERÍA	CONCRETO
OTRA	METALICA
CUAL	

ELEMENTOS DE LA ALCANTARILLA

	ENTRADA	SALIDA
ESTRUCTURA DE CONDUCCIÓN (ENCOLE - DESCOLE)		
MURO Cabezal		
GUARDARUEDAS		
ALETAS		
MURO DE ACOMPAÑAMIENTO		
POCETA O LAVADERO		
SOLADO		

ELEMENTO		REGISTRO DE DAÑOS		CUANTIFICACIÓN		FOTOGRAFIA No.
ENCOLE:	Sección	La estructura analizada no presenta este elemento		CANT.	UN.	
Longitud:						
MURO Cabezal:	Espejor:	La estructura analizada no presenta este elemento				
Longitud:	Altura:					
GUARDARUEDAS:	Espejor:	Se observa en buen estado, se evidencia pequeños descascamientos del concreto, cuenta con baranda en concreto en buen estado. En la zona posterior se evidencia contaminación del concreto, sin ninguna falla estructural observable.		1		
Longitud:	Altura:					
ALETAS:	Posición:	Se presentan en mal estado se evidencian grietas transversales en la alita izquierda, alta contaminación de concreto, agregados expuestos, falla en la losa y además se observa la instalación de una tubería metálica sobre estas mediante la demolición parcial de las áreas, se evidencian defectos constructivos y de acabados.		1		
Longitud:	Altura:					
MURO DE ACOMPAÑAMIENTO	Espejor:	La estructura analizada no presenta este elemento				
Longitud:	Altura:					
POCETA:	Longitud:					
Longitud:	Altura:					
SOLADO:	Longitud:					
Longitud:	Altura:					
DUCTO(S):	LONGITUD (m):	9		1/2		
Longitud:						
MURO Cabezal:	Espejor:	La estructura analizada no presenta este elemento				
Longitud:	Altura:					
GUARDARUEDAS:	Espejor:	Se observa en buen estado, se evidencia pequeños descascamientos del concreto, cuenta con baranda en concreto en buen estado. En la zona posterior se evidencia contaminación del concreto. Se presenta alto deterioro de la losa de piso, se ha generado desprendimiento total del concreto en algunos puntos.		2		
Longitud:	Altura:					
ALETAS:	Posición:	Se presentan en regular a mal estado, la alita de salida derecha presenta alto crecimiento de material vegetal y contaminación del concreto, no se le observan fisuras, solo defectos de acabado y poca socavación del concreto. La alita derecha presenta esta socavación en su ángulo, alta contaminación del concreto, se evidencia socavación del área carcana a su apoyo, debido al colapso de la piedra pegada de fondo, alta contaminación del concreto.		2		
Longitud:	Altura:					
MURO DE ACOMPAÑAMIENTO	Espejor:	La estructura analizada no presenta este elemento				
Longitud:	Altura:					
POCETA:	Longitud:					
Longitud:	Altura:					
SOLADO:	Longitud:					
Longitud:	Altura:					
DESCOLE:	Sección:	La estructura analizada no presenta este elemento				
Longitud:						



OBSERVACIONES: De manera general, se percibe en regular a mal estado la estructura, se recomienda su reemplazo, presenta un avanzado proceso de socavación en la zona de salida, y al estar demolida parcialmente la losa de fondo esta perdiendo el suelo de soporte, reemplazar con una estructura que hidráulicamente pueda suplir la precipitación en su cuenca, y con base a la topografía y el diseño geométrico plantear su cota de fondo de tal manera que no genere el empozamiento del agua y prevenir que se siga generando el fenómeno de socavación del terreno. Realizar el respectivo estudio hidrológico de la obra para verificar la capacidad hidráulica.