

Barranquilla, 28 de Julio de 2025

Señor
AZAEI ANTONIO CHARRIS SALAS
SECRETARIO
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

REFERENCIA: Informe de actividades correspondiente al contrato No. 202501142, de prestación de servicios para el periodo 20 de marzo a 19 de septiembre de 2025.

Mediante el presente, hago entrega del informe de actividades de la prestación de servicios en el marco de mi contrato con el Departamento del Atlántico, correspondiente al **periodo 20 de junio al 19 de julio de 2025**. A continuación, relaciono asunto, actividad y estado de los procesos, conceptos, trámites y demás gestiones que he adelantado en cumplimiento de mis obligaciones contractuales:

No	Obligación Contractual	Producto
1	Apoyar a la secretaría de infraestructura en los proyectos hidrológicos, hidráulicos y de obras civiles	Estudio de caudales máximos de avenida para afluentes de Boxcoulverts vía Santa Cruz – Cien Pesos, y Villa Rosa
2	Apoyar en la supervisión contractual de las diferentes etapas de los proyectos hidrológicos, hidráulicos y de obras civiles	No se asignó en este periodo
3	Realizar los ajustes y diseños a los proyectos que le sean asignados por la secretaría de infraestructura de acuerdo con los asuntos de su competencia	No se asignó en este periodo
4	Participar en mesas técnicas de trabajo y reuniones de acuerdo con asuntos de su competencia que requiera la Secretaría de infraestructura	Asistencia a mesas de Trabajo del Plan de Ordenamiento Medioambiental de la Cuenca de Mallorquín con la Corporación Autónoma Regional del Atlántico.
5	Atender y proyectar respuestas a las solicitudes y/o requerimientos de información tanto internos como externos en asuntos de su competencia	No se asignó en este periodo
6	Las demás funciones asignadas por el jefe inmediato y las que sean necesarias para dar cumplimiento a la solicitud recibida	No se asignó en este periodo

Atentamente,


GABRIEL GARCIA
Contratista

ANEXO INFORME DE ACTIVIDADES

CONTRATO NO. 202501142
PRESTACIÓN DE SERVICIOS

GABRIEL ALFONSO OYAGA GARCIA

PERIODO 20 DE JUNIO A
19 DE JULIO DE 2025

EJECUCIÓN

OBLIGACIÓN 1: Apoyar a la secretaría de infraestructura en los proyectos hidrológicos, hidráulicos y de obras civiles

Estudio de caudales máximos de avenida para afluentes de Boxcoulverts vía Santa Cruz – Cien Pesos, y Villa Rosa - Repelón

FIGURA 1. UBICACIÓN DE BOXCOULVERTS SOBRE VIA SANTA CRUZ- CIEN PESOS



FIGURA 2. ESTADO DE LADERA DE BOXCOULVERTS SOBRE VIA SANTA CRUZ-CIEN PESOS



FIGURA 3. UBICACIÓN Y ESTADO DE LA VIA EN BOXCOULVERT SOBRE VIA VILLA ROSA - REPELÓN

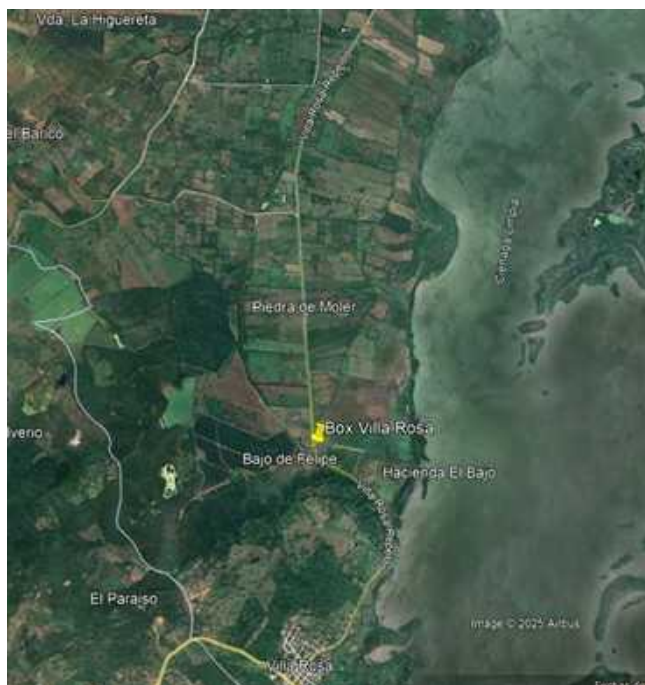


FIGURA 4. BOXCOULVERTS SOBRE VIA SANTA CRUZ- CIEN PESOS

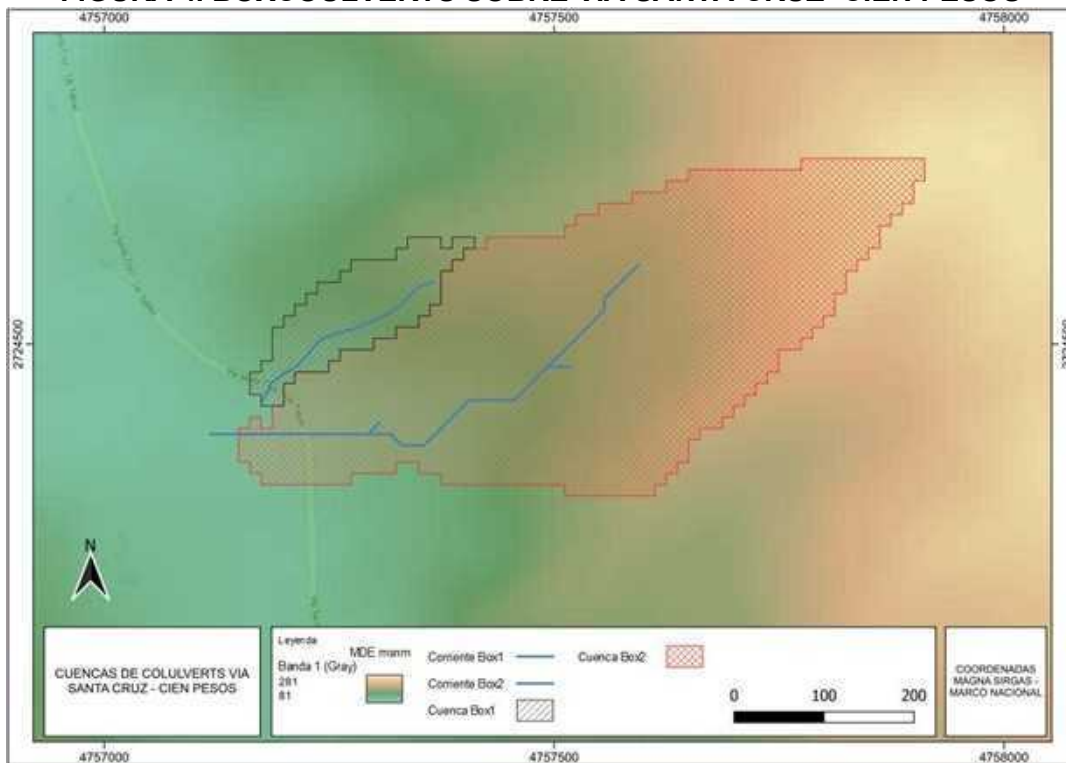


FIGURA 5. BOXCOULVERT SOBRE VIA VILLA ROSA - REPELÓN

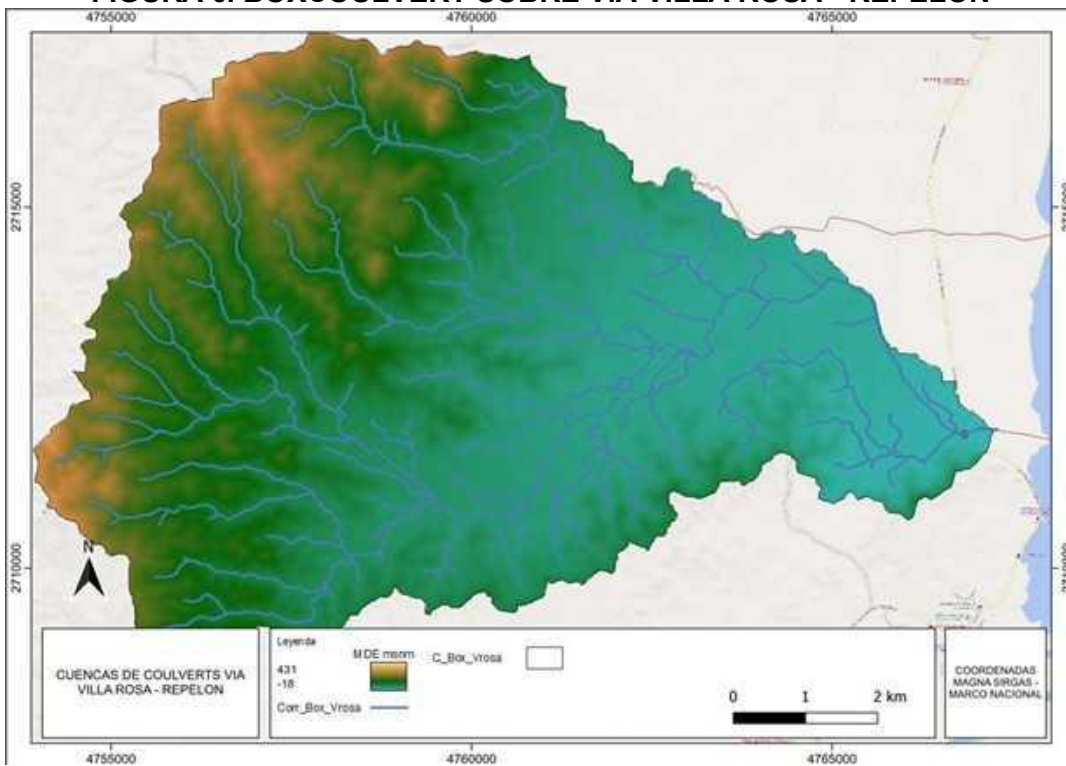


Tabla 1. Características Morfométricas de Cuencas de Estudio

Nombre de cuenca	ID Micro cuenca	Area (m)	Pendiente Media	Mayor longitud	Elevación media (m)	Perimetro (m)
Box 1 Cien Pesos	CUENCA 1	18295.3081	20.65083436	300.23	44.5	900
Box 2 Cien Pesos	CUENCA 2	156683.392	19.70273073	867.90	24.5	2351
Box Vrosa	CUENCA 3	69882398.5	1.43012008	23984.00	27	55547

Tabla 2. Coeficientes de Forma y de Compacidad cuenca Principal.

Nombre de cuenca	ID Micro cuenca	Kc	Kf	Dd
Box 1 Cien Pesos	CUENCA 1	1.86	0.20	4.93
Box 2 Cien Pesos	CUENCA 2	1.66	0.21	4.81
Box Vrosa	CUENCA 3	1.86	0.12	8.23

DATOS HIDROLÓGICOS

Precipitación

La precipitación constituye en todo estudio hidrológico la variable de mayor importancia ya que es ésta precisamente el elemento generador del resto de procesos dentro del ciclo hidrológico. Esta se registra como una altura de lluvia alcanzada durante un periodo de tiempo, en pluviómetros y pluviógrafos dispersos en la superficie de la cuenca analizada; de manera que mediante datos puntuales de precipitación se ha de estimar una distribución espacial de la precipitación.

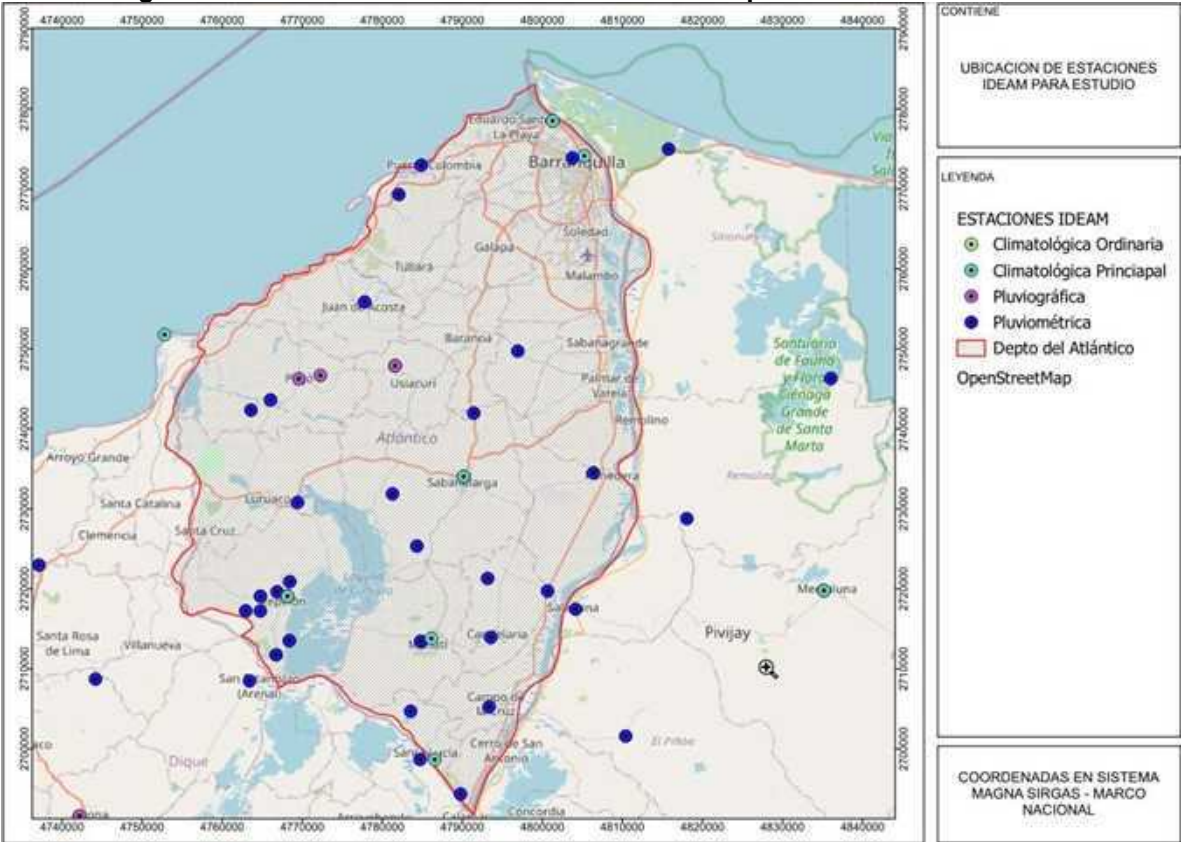
Figura 6. Diagrama de Flujo para estimación de Curvas IDF a partir de información de Precipitación máximas de 24 horas.



Fuente: Estimación de Curvas IDF a partir de precipitaciones máximas de 24 horas en el Departamento del Atlántico. Oyaga y Mejía 2017. Universidad de la Costa

Para el caso de las precipitaciones máximas y el análisis de tormentas de diseño en el presente estudio se utilizará la metodología empleada por Oyaga y Mejía en el estudio “Estimación de Curvas IDF a partir de precipitaciones máximas de 24 horas en el Departamento del Atlántico”, donde a partir de información de 38 estaciones del Instituto de Estudios Ambientales y Meteorología (IDEAM), distribuidas en el departamento del Atlántico, en un periodo de referencia de 37 años y se efectuó un completado de los registros pluviográficos y pluviométricos a través de modelos de ajustes probabilísticos.

Figura 7. Ubicación de estaciones IDEAM en el Departamento del Atlántico.



Fuente: Estimación de Curvas IDF a partir de precipitaciones máximas de 24 horas en el Departamento del Atlántico. Oyaga y Mejía 2017. Universidad de la Costa

El estudio anteriormente mencionado llevó a la deducción de la siguiente fórmula de IDF:

$$i = \frac{a \cdot T^b \cdot M^c}{t^d}$$

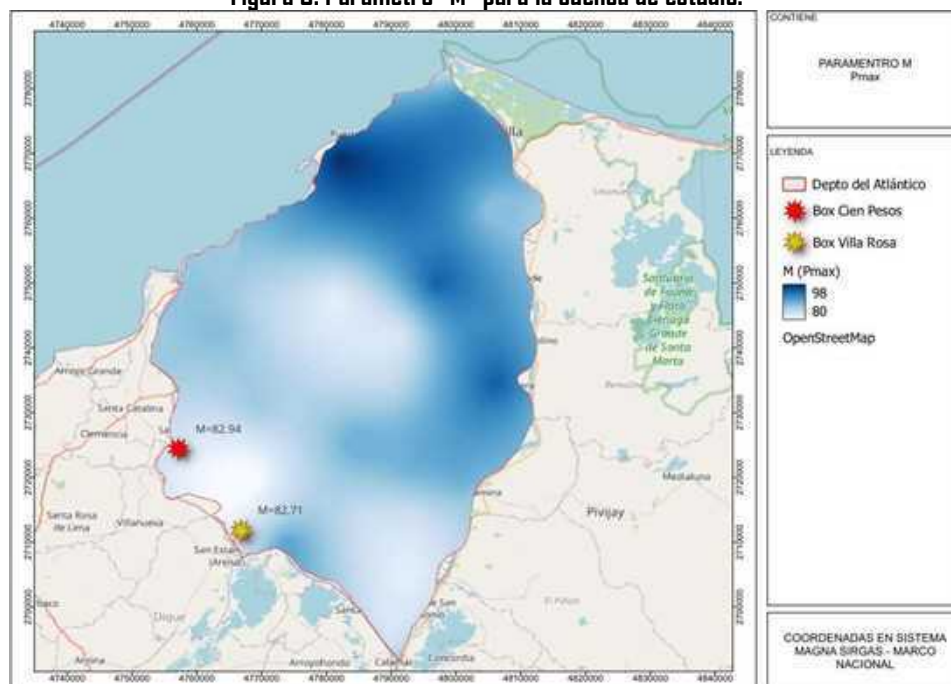
- Donde,
- i = Intensidad de precipitación en mm/hr
 - a, b, c, d = Parámetros del modelo que dependen de la localización del punto analizado
 - T = Periodo de retorno en años
 - M = Precipitación máxima en 24 horas según mapas de Precipitación
 - t = tiempo en minutos

Para el proyecto se tendrían los siguientes valores tomados de las respectivas gráficas:

Tabla 3. Parámetros de cálculo de IDF para sitios de estudio.

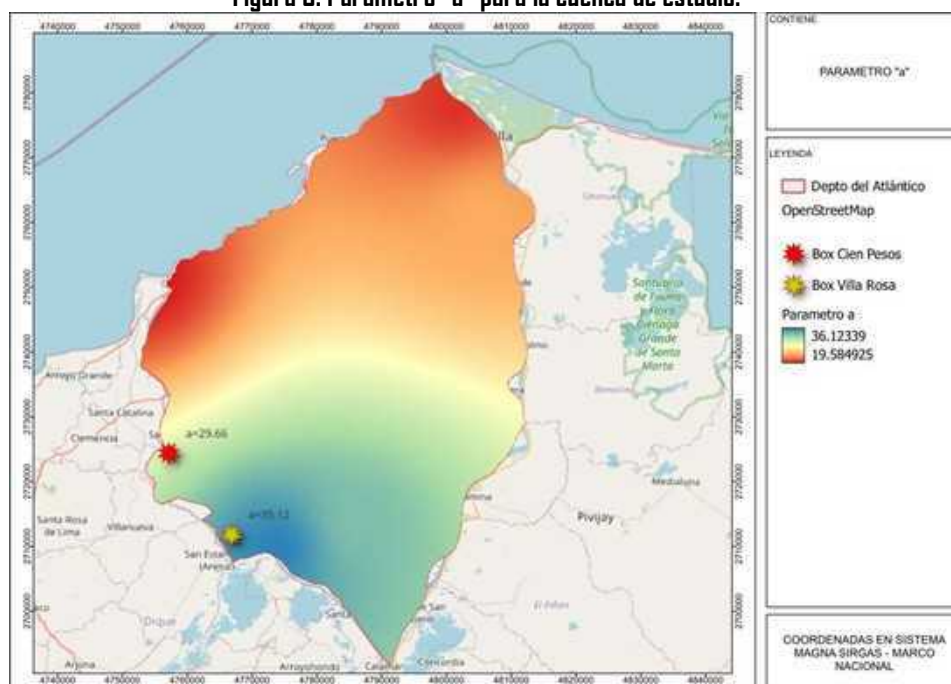
Cuencas	M	a	b	c	d
Box V Rosa	82.71	35.12	0.14	0.49	0.53
Box Cien pesos	82.94	29.66	0.14	0.82	0.59

Figura 8. Parámetro "M" para la cuenca de estudio.



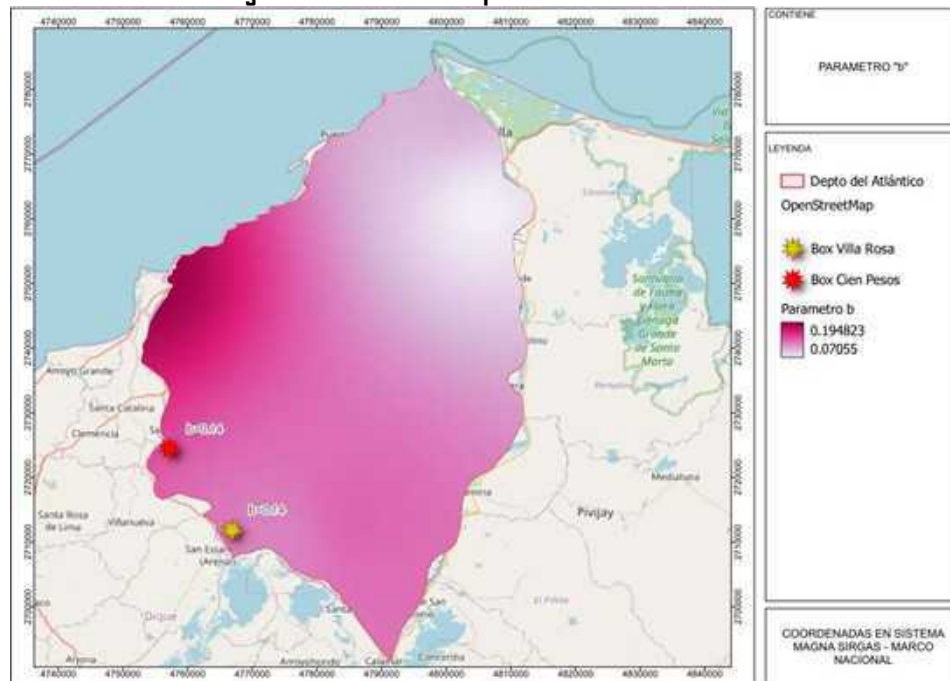
Fuente: Estimación de Curvas IDF a partir de precipitaciones máximas de 24 horas en el Departamento del Atlántico. Oyaga y Mejía 2017. Universidad de la Costa

Figura 9. Parámetro "a" para la cuenca de estudio.



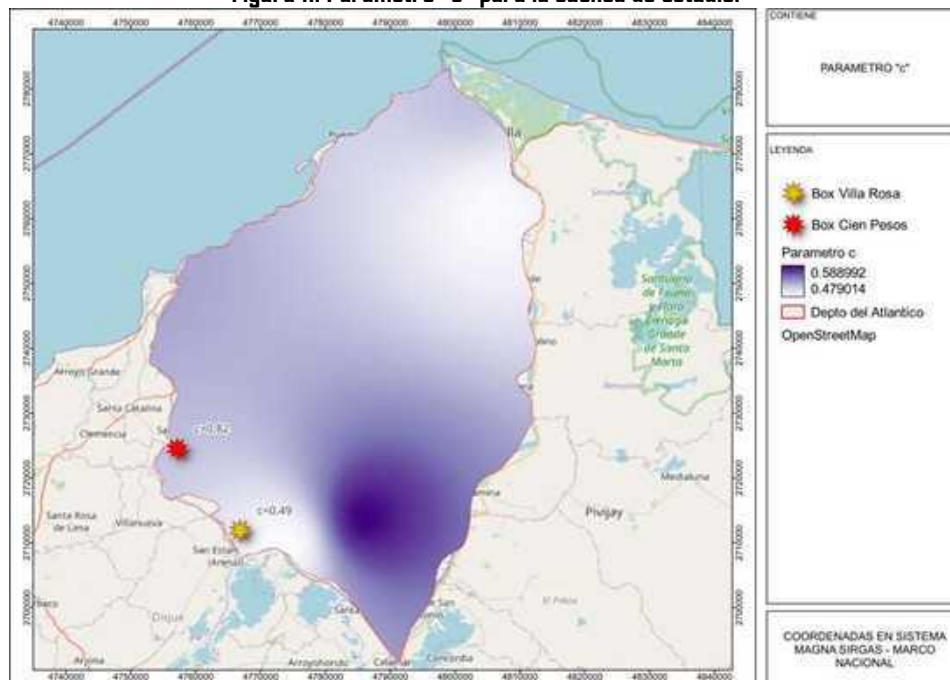
Fuente: Estimación de Curvas IDF a partir de precipitaciones máximas de 24 horas en el Departamento del Atlántico. Oyaga y Mejía 2017. Universidad de la Costa

Figura 10. Parámetro “b” para la cuenca de estudio.



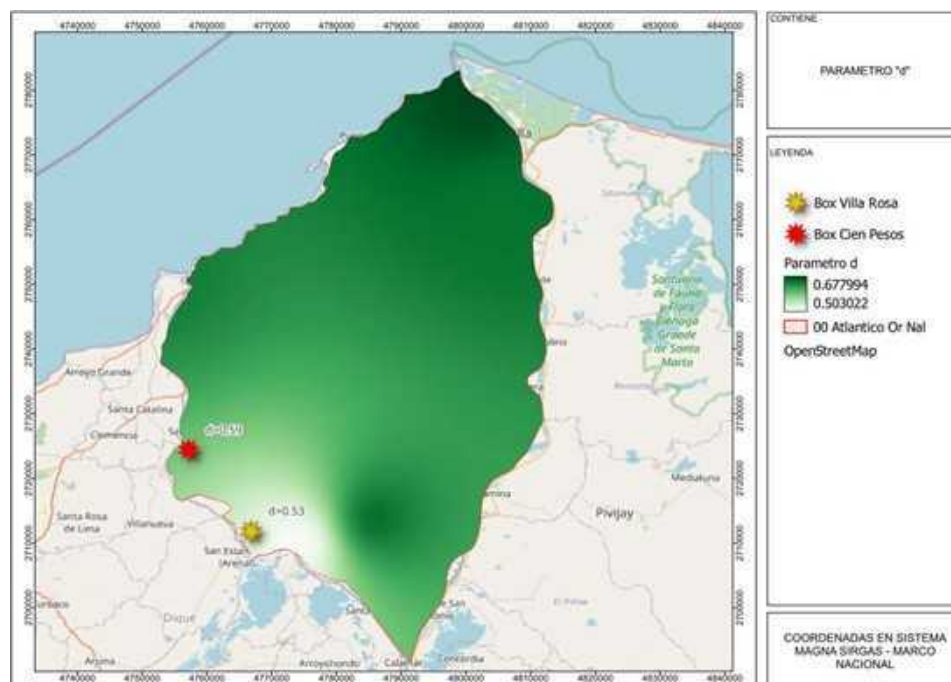
Fuente: Estimación de Curvas IDF a partir de precipitaciones máximas de 24 horas en el Departamento del Atlántico. Oyaga y Mejía 2017. Universidad de la Costa

Figura 11. Parámetro “c” para la cuenca de estudio.



Fuente: Estimación de Curvas IDF a partir de precipitaciones máximas de 24 horas en el Departamento del Atlántico. Oyaga y Mejía 2017. Universidad de la Costa

Figura 12. Parámetro “d” para la cuenca de estudio.



Fuente: Estimación de Curvas IDF a partir de precipitaciones máximas de 24 horas en el Departamento del Atlántico, Oyaga y Mejía 2017. Universidad de la Costa

Figura 13. Curva IDF para Box Villa Rosa.

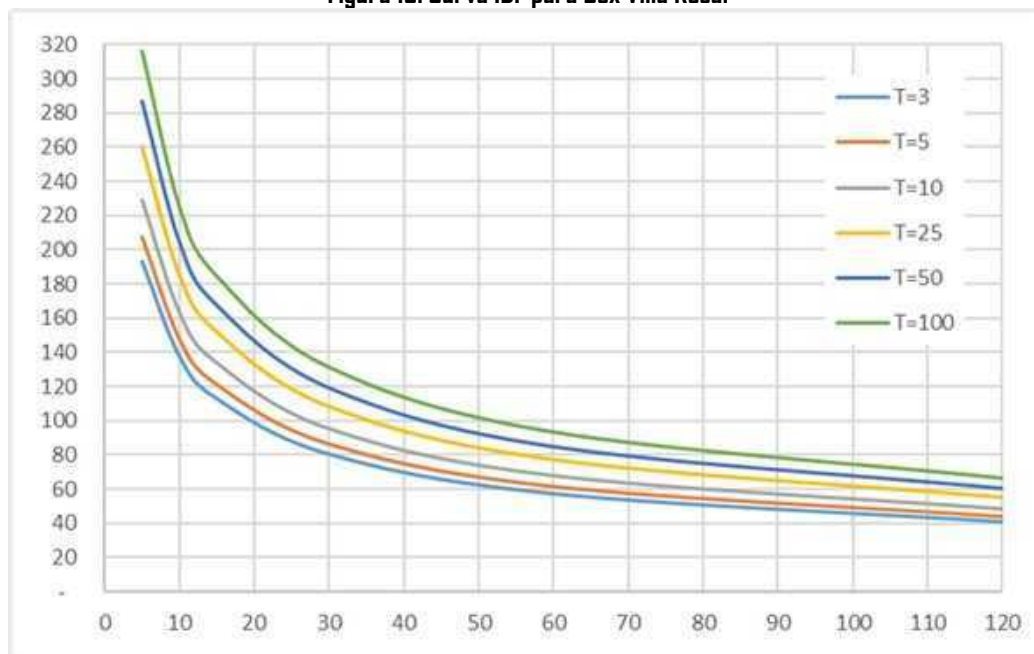


Tabla 4. Datos calculados IDF para Box Villa Rosa.

D Min	T=3	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100
-------	-----	-----	------	------	------	-------

5	193	208	229	260	287	316
10	138	148	163	185	204	225
15	113	121	134	152	167	184
30	80	86	95	108	119	131
60	57	61	68	77	85	93
120	41	44	48	55	60	67

Figura 14. Curva IDF para Box vía Santa Cruz - Cien Pesos.

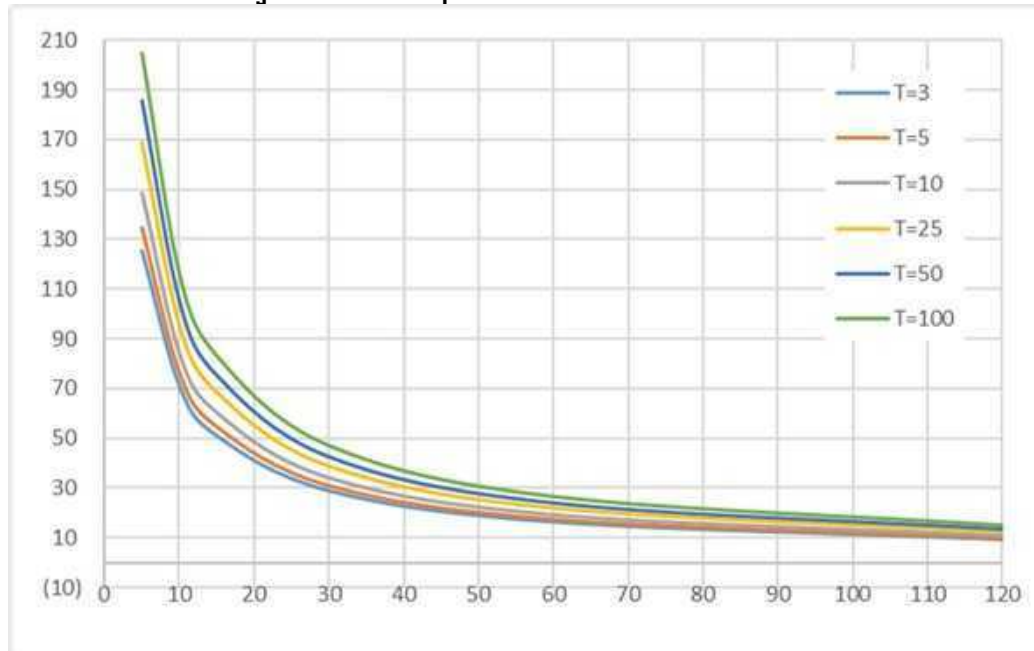


Tabla 5. Datos calculados IDF para Box vía Santa Cruz - Cien Pesos.

D Min	T=3	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100
5	125	135	148	169	186	205
10	71	76	84	95	105	116
15	51	55	60	68	75	83
30	29	31	34	39	43	47
60	16	18	19	22	24	27
120	9	10	11	12	14	15

2.3.2 Tiempo de Concentración

El tiempo de concentración puede definirse como el tiempo mínimo para que todos los puntos de la superficie de la cuenca contribuyan simultáneamente al caudal recibido a la salida de la misma.

Fórmula de Témez

$$T_c = 18 \frac{L}{S}$$

Donde,

T_c = Tiempo de concentración (minutos)

L = Longitud del cauce (km)

S = Pendiente media (m/m)

Fórmula de Kirpich

$$T_c = 3.98 \frac{L}{S}$$

Donde,

T_c = Tiempo de concentración (minutos)

L = Longitud del cauce (km)

S = Pendiente media (m/m)

Fórmula de Clark

$$T_c = 0.335 \frac{A}{S}$$

Donde,

T_c = Tiempo de concentración (minutos)

A = Área de la cuenca (km²)

S = Pendiente media (m/m)

Se aplicarán ambas formulaciones anteriores para luego definir un promedio que corresponderá al T_c escogido.

Tabla 6. Tiempos de Concentración de Cuenca Principal.

Cuenca	Longitud (m)	Pendiente (%)	Area km ²	TC Kirpich (min)	TC Témez (min)	TC Clark (min)	TC medio (min)
1	300.23	0.2065	0.018	12	6	6	8
2	867.90	0.1970	0.157	24	12	12	16
3	23984.00	0.0143	69.882	456	246	882	528

Considerando lo anterior, se determinan los hietogramas de tormenta para cada cuenca. No obstante, debido al pequeño tamaño de la cuencas de los culverts de cien pesos, solo se hará este análisis para el culvert de Villa Rosa:

Tabla 7. Intensidades de lluvias para el Hietograma de Tormenta Cuencas Culvert Villa Rosa.

t(min)	T=25			T=50			T=100		
	I(mm/hr)	P (mm)	ΔP	I(mm/hr)	P (mm)	ΔP	I(mm/hr)	P (mm)	ΔP
106	13.78	24.35	24.35	15.19	26.84	26.84	16.73	29.6	29.6

212	7.81	27.6	3.25	8.61	30.43	3.59	9.48	33.5	3.9
318	5.6	29.68	2.08	6.17	32.71	2.28	6.8	36.1	2.6
424	4.43	31.31	1.63	4.88	34.49	1.78	5.37	38	1.9
530	3.69	32.6	1.29	4.06	35.87	1.38	4.48	39.6	1.6
636	3.18	33.71	1.11	3.5	37.1	1.23	3.85	40.9	1.3

Tabla 8. Hietograma de Tormenta para Distintos Periodos de Retorno.

Box Repelón – Villa Rosa

Tiempo (min)	T=25	T=50	T=100
106	1.29	1.38	1.6
212	2.08	2.28	2.6
318	24.35	26.84	29.6
424	3.25	3.59	3.9
530	1.63	1.78	1.9
636	1.11	1.23	1.3

2.3.3 Numero de Curva

Este parámetro fue desarrollado para la transformación de la lluvia en escurrimiento dentro del método desarrollado por el Soil Conservation Service de los Estados Unidos (SCS). Representa la fracción de agua retenida por el suelo y la vegetación, por debajo de la cual las precipitaciones caídas no generan escorrentía superficial (Umbral de Escorrentía). Este umbral es función de: uso de la tierra, intercepción vegetal, infiltración, almacenamiento en acuífero y humedad del suelo.

El SCS halló un conjunto de valores que se relacionaban este umbral de escorrentía (P_o), llamándolo Número de Curva (NC), mediante la siguiente expresión:

$$P_o = \frac{5000}{NC} - 50$$

Para determinar el volumen de escurrimiento, debe hacerse una estimación del valor de NC, el cual depende de características de la cuenca tales como uso de la tierra, condiciones del suelo y condiciones de humedad de la cuenca en el momento de ocurrir, la precipitación. Se conocen y aceptan tres clases de condiciones de humedad antecedentes para una cuenca, según el SCS, como se muestra en cuadro siguiente:

Clases de condiciones de humedad antecedentes	Lluvia total de los 5 días anteriores (milímetros)	
	Estación sin desarrollo vegetativo	Estación de crecimiento vegetativo
I	menos de 12,7mm	menos de 35,6mm
II	12,7 a 27,9mm	35,6 a 53,3mm
III	más de 27mm	más de 53,3mm

La obtención de los NC se realizará utilizando como base la información correspondiente a coberturas de suelo para la zona del IDEAM, clasificadas con la metodología Corine Land Cover, y la información de geología del Instituto de Minas y Energía.

El método de la SCS se basa en la conservación de la masa y en la capacidad potencial de infiltración del terreno, en donde las relaciones entre las dos cantidades reales, escorrentía directa (E) y retención (R), y las dos cantidades potenciales, escorrentía potencial (P Precipitación – P_o umbral de escorrentía) y retención máxima (S), son iguales:

$$\frac{R}{S} = \frac{E}{P - P_o}$$

La lluvia entonces se puede dividir en dos grandes términos: la lluvia infiltrada y la lluvia que se transformará en escorrentía directa, siendo esta última la responsable del hidrograma a la salida de la cuenca.

Para el caso de cálculo de crecidas nos interesará la escorrentía directa y con el objeto de realizar el balance, la retención máxima será el almacenamiento en el suelo.

La escorrentía directa se determina mediante:

$$E = \frac{(P - P_o)}{(P - P_o) - S}$$

Para la influencia de las características de la cuenca (uso de la tierra, condiciones del suelo) en el valor de CN, se utiliza la Tabla 4, tomada del RAS 2011 para zonas urbanas. En dicha Tabla, además de la utilización de la tierra, cubierta vegetal y práctica de cultivo se hace una distinción entre condiciones hidrológicas deficientes, regulares y buenas y para cuatro grupos hidrológicos de suelos. Las condiciones hidrológicas se determinan en primer lugar por la densidad de la vegetación.

Los grupos hidrológicos de suelo se clasifican según su capacidad para transmitir agua (infiltración): el grupo A tiene una intensidad alta de transmisión de agua, el grupo B moderada, el C lenta, y el D muy lenta.

Tabla 9. Números de Curva según RAS 2011.

Tipo de cobertura y condición hidrológica		Área impermeable promedio	Números de curva para cada tipo de suelos			
			A	B	C	D
Espacios abiertos	Cobertura pobre (cobertura de pastos < 50%)		68	79	86	89
	Cobertura parcial (cobertura de pastos de 50% a 75%)		49	69	79	84
	Cobertura buena (cobertura de pastos > 75%)		39	61	74	80
Áreas impermeables	Parqueaderos, techos, zonas pavimentadas, entre otros.		98	98	98	98
Calles y carreteras	Andenes pavimentados y sumideros		98	98	98	98
	Zanjas o diques pavimentados		83	89	92	93
	Zona cubierta de gravas		76	85	89	91
	Zona cubierta de arenas o polvo		72	82	87	89
Zonas urbanas	Zonas comerciales y de negocios	85%	89	92	94	95
	Zona industrial	72%	81	88	91	93
Zonas residenciales (por tamaño del lote)	500 m ² o menos	65%	77	85	90	92
	1000 m ²	38%	61	75	83	87
	1350 m ²	30%	57	72	81	86
	2000 m ²	25%	54	70	80	85
	4000 m ²	20%	51	68	79	84
	8000 m ²	12%	46	65	77	82
Áreas urbanas permeables en desarrollo y sin vegetación			77	86	91	94

Fuente: Tabla D.4.7. RAS 2011 Valores NC para suelos con condiciones promedio de humedad en zonas urbanas.

Coberturas de Suelo

Las condiciones geotécnicas de la zona predominante es la arena limosa, con capacidad lenta de infiltración, agrupándose dentro del tipo C de la tabla anterior.

Por otro lado, utilizando las imágenes satelitales existentes, se realiza la clasificación de los usos del suelo en la cuenca de estudio, para la obtención del NC, encontrándose una vocación urbanística de tipo residencial, con lotes de 500 m² o menos con 65% de área impermeable y zonas con cobertura parcial (Pastos entre el 75 y 50% del área)

Tabla 10. Número de Curva de cuenca de Estudio.

CUENCA	COBERTURA	Área (Ha)	%	CN	CN areal
Box 1 Cien Pesos	Mosaico de pastos con espacios	1.83	100	79	74
Box 2 Cien Pesos	Mosaico de pastos con espacios	15.67	100	79	74
Box Villa Rosa	Mosaico de pastos con cultivos	6988.24	35	74	77
	Mosaico de pastos con espacios		65	79	

2.3.4 Coeficiente de Escorrentía

La escorrentía superficial provocada por un aguacero (E_s) puede compararse con la precipitación caída (P). Al cociente entre ambos valores se le denomina coeficiente de escorrentía (C).

$$C = \frac{E}{P}$$

El coeficiente de escorrentía depende de numerosos factores: del tipo de precipitación (lluvia, nieve o granizo), de su cantidad, de su intensidad y distribución en el tiempo; de la humedad inicial del suelo; del tipo de terreno (granulometría, textura, estructura, materia orgánica, grado de compactación, pendiente, microrrelieve, rugosidad), del tipo de cobertura vegetal existente; de la intercepción que provoque; del lapso de tiempo que consideremos (minutos, duración del aguacero, horas, días, meses, un año), etcétera. El coeficiente de escorrentía puede tomar valores comprendidos entre cero y uno.

Teniendo en cuenta la definición anterior y las formulaciones desarrolladas para la obtención del Umbral de Escorrentía y el correspondiente Número de Curva, se puede inferir una relación entre el Umbral de Escorrentía (P_o) y el Coeficiente de Escorrentía (C), teniendo en cuenta la precipitación o tormenta de diseño.

$$C = \frac{E}{P} = \frac{(P - P_o)}{P + 4 * P_o * P}$$

Lo anterior conduce a calcular el umbral de escorrentía a partir del número de curva y la Precipitación producida por la tormenta de diseño para obtener el coeficiente de escorrentía.

Tabla 11. Cálculo de lluvia neta y Coeficiente de Escorrentía Total por cuenca

Cuenca Box 1				Cuenca Box 2			
t min	T=50 años			t min	T=50 años		
	Po	13.5			Po	13.5	
	S P total	S Pneta	P neta		S P total	S Pneta	P neta
2	3.77	0.0	0.0	3	4.6	0.0	0.0
4	8.73	0.0	0.0	6	10.55	0.0	0.0
6	23.7	1.3	1.3	9	29	2.9	2.9
8	30.07	3.3	1.9	12	36.85	6.0	3.1
10	34.17	4.8	1.6	15	42	8.5	2.5
12	37.4	6.2	1.4	18	45.9	10.5	2.0
	C=	0.2			C=	0.2	

Cuenca 3 Box Villa Rosa

t min	T=25 años			T=50 años			T=100 años		
	Po	15.2		Po	15.2		Po	15.2	
	S P total	S Pneta	P neta	S P total	S Pneta	P neta	S P total	S Pneta	P neta
4	1.29	0.00	0.00	1.38	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
8	3.37	0.00	0.00	3.66	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0
12	27.72	2.47	2.47	30.5	3.4	3.4	33.8	4.7	4.7
16	30.97	3.59	1.12	34.09	4.8	1.4	37.7	6.4	1.7
20	32.60	4.21	0.62	35.87	5.6	0.8	39.6	7.3	0.9
24	33.71	4.66	0.44	37.1	6.1	0.5	40.9	7.9	0.6
	C=	0.14		C=	0.2		C=	0.2	

2.4. CALCULO DE CAUDALES

2.4.1 Periodo de Retorno

Para realizar el cálculo de los caudales máximos para diseño se utilizan los datos de precipitación para periodos de retorno definidos según la respectiva área de drenaje total de cada cuenca, teniendo en cuenta lo recomendado por el RAS (Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico).

Tabla 12. Periodo de Retorno o Grado de Protección.

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

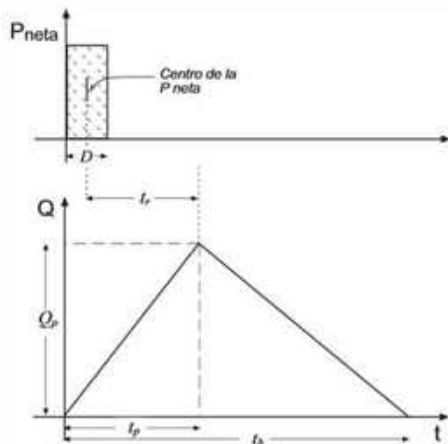
Por tratarse de estructuras en zonas rurales, asimilables a canales, se tomará un periodo de retorno de 50 años para cuencas menores a 10 ha (Box 1 y 2 en la vía Santa Cruz – Cien pesos. Para el caso del box de la vía Repelón - Villa Rosa se tomará un periodo de retorno de 100 años.

2.4.2 Caudales por el Método SCS

Como continuación al método del Número de Curva, el SCS desarrolló un hidrograma sintético de forma triangular lo que, a pesar de su excesiva simplicidad, nos proporciona los parámetros fundamentales del hidrograma: el caudal punta (Q_p), el tiempo base (t_b) y el tiempo en el que se produce la punta (t_p).

Igualmente se obtienen la duración de la precipitación neta (D) y el tiempo de retardo o respuesta (t_r).

En el cálculo de un hidrograma sintético se introduce precipitación neta.



Las sencillas expresiones siguientes se obtuvieron estudiando hidrogramas de crecida provocados por unas precipitaciones cortas y uniformes en numerosas cuencas.

Tiempo de la punta (horas): $t_p = 0,5 \cdot D + t_r \approx 0,5 \cdot D + 0,6 \cdot t_c$ (7) Tiempo base (horas):³ $t_b = 2,67 \cdot t_p$ (8) Caudal de la punta (m^3 / seg):⁴ $Q_p = \frac{P \cdot A}{1,8 \cdot t_b}$ (9)	t_p = tiempo de la punta (horas) D = Duración de la precipitación neta (horas) t_r = tiempo de retardo, <i>Lag</i> (horas) t_c = tiempo de concentración (horas) t_b = tiempo base (horas) Q_p = Caudal de la punta (m^3 / seg) P = precipitación neta (mm.) A = superficie de la cuenca (km^2)
---	---

El coeficiente 2,67 de la ecuación (8) es una proposición empírica del SCS que refleja que en promedio el descenso es 1,67 veces mayor que la crecida (la parte derecha del triángulo es más ancha que la parte izquierda). Si este factor es mayor, el tiempo base será mayor y el caudal punta menor (ya que el área del triángulo debe ser la misma)

Tabla 13. Cálculo de Caudales por el Método del SCS cuenca total.

Dato	Box 1 Cien pesos	Box 2 Cien pesos	Box V Rosa
	T=50	T=50	T=100
Duración (hr)	0.13	0.13	7.07
Pneta (mm)	6.25	10.51	7.91
Tc (hr)	0.20	0.30	10.60
Tpunta (hr)	0.19	0.25	9.89
Tbase (Hr)	0.50	0.66	26.42
Area (km)	0.02	0.16	69.88
Q max (m3/s)	0.13	1.39	11.63

Se implementará el Método de Clark para la obtención de un hidrograma unitario sintético de cada cuenca. Éste es un método agregado presentado en 1945, y que tiene por objetivo el obtener el hidrograma unitario de una cuenca donde no existen datos foronómicos de caudal.

En él se genera un hidrograma unitario que tiene en cuenta dos procesos en la transformación del exceso de precipitación en escorrentía, el movimiento del agua a través de la red de drenaje de la cuenca y la disminución del caudal debido al almacenamiento producido por la cuenca.

El método de Clark consiste en convolucionar un hidrograma unitario instantáneo calculado a partir de las curvas isocronas (curvas que unen puntos de la cuenca con igual tiempo de viaje) de cada cuenca. En general, en el método la traslación del flujo se realiza mediante un embalse lineal que tiene en cuenta la atenuación del flujo a lo largo del avance por la cuenca.

Sin la aplicación del coeficiente de almacenamiento estaríamos observando el caudal instantáneo de la cuenca al aplicar directamente sobre el histograma de isócronas la intensidad de diseño.

El coeficiente de almacenamiento corresponde a un embalse lineal. Muchos estudios han encontrado que el coeficiente de almacenamiento dividido por la suma de los tiempos de concentración es una constante sobre regiones homogéneas. Por lo tanto, los parámetros que utiliza el modelo Hidrograma Unitario de Clark son el tiempo de concentración de la cuenca T_c y el coeficiente de almacenamiento R , el cual según NOAA, (2006) puede ser estimado mediante la expresión:

$$R = 0,7 \times T_c$$

A efectos de establecer las hipótesis del funcionamiento hidrológico de una cuenca con fines prácticos, se consideran tres escalas de cuenca (Ponce, 1989):

- a) Cuencas pequeñas con $T_c \leq 1h$; $S < 2,5 \text{ km}^2$ (250 ha)
 - Se considera que la lluvia se distribuye uniformemente en el tiempo.
 - La lluvia se distribuye uniformemente también en el espacio.
 - La duración del aguacero normalmente supera el tiempo de concentración de la cuenca (T_c).
 - La escorrentía es fundamentalmente superficial.
 - El almacenamiento en cauce es insignificante.

- b) Cuencas medianas con superficies $2,5 \text{ km}^2$ (50 ha) $< S < 5000 \text{ km}^2$ (500.000 ha)
 - La intensidad de lluvia varía durante el aguacero.
 - La lluvia se distribuye de modo uniforme en toda la superficie de la cuenca.
 - La escorrentía es superficial con movimiento en cauces.

- El almacenamiento en cauce es insignificante.

c) Cuencas grandes ($S > 5000 \text{ km}^2$)

- La lluvia no se distribuye uniformemente en el espacio ni en el tiempo.

- Existe almacenamiento significativo en cauces.

- El hidrograma incluye escorrentía superficial, subsuperficial y subterránea.

De lo anterior podemos deducir que, debido al tamaño de la superficie de la cuenca estudiada, no sería necesaria la aplicación del coeficiente de almacenamiento.

Tabla 14. Cálculo de Caudales por el Método de Clark cuenca total.

t(min)	Box 1 Cien pesos	t(min)	Box 2 Cien pesos	t(min)	Box V_Rosa
	Q(m3/s) T=50		Q(m3/s) T=50		Q(m3/s) T=100
2	0.00	3	0.00	3	0.00
4	0.00	6	0.00	6	0.00
6	0.05	9	0.86	9	11.75
8	0.07	12	0.92	12	4.24
10	0.04	15	0.56	15	1.72
12	0.02	18	0.26	18	0.67

2.4.4 Resumen de Caudales pico Calculados

A continuación, se presenta un resumen de los caudales máximos calculados por los diferentes métodos para cada periodo de retorno:

Tabla 15. Resumen de Caudales Máximos en cuenca total.

METODO	Box 1 Cien pesos	Box 2 Cien pesos	Box V_Rosa
	T=50	T=50	T=100
SCS (m3/s)	0.13	1.39	11.63
CLARK (m3/s)	0.07	0.92	11.75
PROMEDIO (m3/s)	0.10	1.16	11.69

Datos de entrada

- De caudales: caudal mínimo, de diseño y máximo, con los cuales elabora una curva de calibración de la alcantarilla (Hw. vs. Q).
- Del descole: sección, pendiente, rugosidad, cota en la alcantarilla.
- De la vía: perfil de la vía, longitud, ancho y cota del tramo de vía susceptible de funcionar como vertedero, tipo de superficie (grava, pavimento, otra).

- De la alcantarilla: sección, longitud, rugosidad, número de tubos o celdas, tipo y condiciones de entrada, cotas batea entrada y salida.

Para el Box 1 en la vía Santa Cruz – Villa Rosa se trata de una alcantarilla de 0.9 m de diámetro:

Datos:		
Caudal (Q):	0.1	m ³ /s
Diámetro (d):	0.9	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.001	m/m

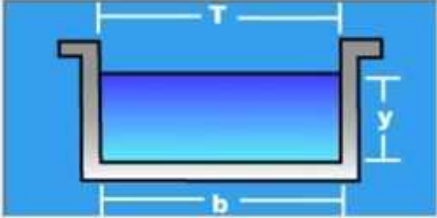


Resultados:		
Tirante normal (y):	0.2546	m
Area hidráulica (A):	0.1479	m ²
Espejo de agua (T):	0.8107	m
Número de Froude (F):	0.5054	
Tipo de flujo:	Subcrítico	
Perímetro mojado (p):	1.0094	m
Radio hidráulico (R):	0.1465	m
Velocidad (v):	0.6761	m/s
Energía específica (E):	0.2779	m-Kg/Kg

Se observa que el diámetro existente cumple para el caudal máximo de diseño, quedando libre un 45% de la sección.

Para el Box 2 en la vía Santa Cruz – Villa Rosa se trata de un culvert de 3.0 m de ancho por 1.8 de alto:

Datos:		
Caudal (Q):	1.16	m ³ /s
Ancho de solera (b):	3	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.001	m/m



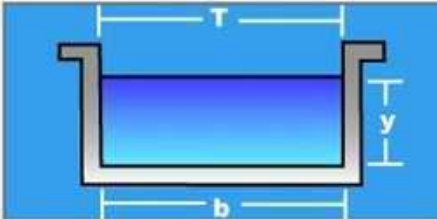
Resultados:		
Tirante normal (y):	0.3617	m
Area hidráulica (A):	1.0850	m ²
Espejo de agua (T):	3.0000	m
Número de Froude (F):	0.5676	
Tipo de flujo:	Subcrítico	
Perímetro (p):	3.7233	m
Radio hidráulico (R):	0.2914	m
Velocidad (v):	1.0692	m/s
Energía específica (E):	0.4199	m-Kg/Kg

Se observa que queda un calado de 1.64 m para el caudal máximo, luego la sección cumple.

Se deberá realizar un análisis del arroyo Cien Pesos para determinar su capacidad de socavación.

Para el caso del Box de Villa Rosa, tenemos una

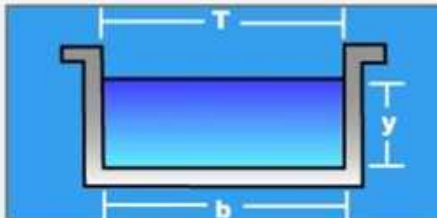
Datos:		
Caudal (Q):	11.69	m ³ /s
Ancho de solera (b):	3	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.001	m/m



Resultados:		
Tirante normal (y):	1.8239	m
Área hidráulica (A):	5.4718	m ²
Espejo de agua (T):	3.0000	m
Número de Froude (F):	0.5051	
Tipo de flujo:	Subcrítico	
Perímetro (p):	6.6478	m
Radio hidráulico (R):	0.8231	m
Velocidad (v):	2.1364	m/s
Energía específica (E):	2.0566	m-Kg/Kg

La sección actual

Datos:		
Caudal (Q):	11.69	m ³ /s
Ancho de solera (b):	4	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.001	m/m



Resultados:		
Tirante normal (y):	1.3766	m
Área hidráulica (A):	5.5063	m ²
Espejo de agua (T):	4.0000	m
Número de Froude (F):	0.5777	
Tipo de flujo:	Subcrítico	
Perímetro (p):	6.7531	m
Radio hidráulico (R):	0.8154	m
Velocidad (v):	2.1230	m/s
Energía específica (E):	1.6063	m-Kg/Kg

OBLIGACIÓN 4

Asistencia a mesas de Trabajo del Plan de Ordenamiento Medioambiental de la Cuenca de Mallorquín con la Corporación Autónoma Regional del Atlántico.



La **Corporación Autónoma Regional del Atlántico (C.R.A.)** inició los talleres de participación de los diferentes actores de la cuenca de la **Ciénaga de Mallorquín y los Arroyos Grande y León**, en la fase de aprestamiento (preparación) del proyecto de revisión y ajuste de su Plan de Ordenación y Manejo (**POMCA**).

Este proceso de revisión y ajuste del POMCA se está ejecutando con el acompañamiento del Consorcio Mallorquín 2024 y tendrá una duración de 14 meses, incluyendo las fases de aprestamiento, diagnóstico, prospectiva y zonificación ambiental, y formulación.

Se asistió al taller en la Universidad del Atlántico. Municipio de Puerto Colombia a partir de las 9 de la mañana hasta las 4 de la tarde el martes 8 de Julio

El **POMCA** es un instrumento de planificación y ordenamiento ambiental territorial de superior jerarquía, con el cual todos los instrumentos de ordenamiento local deben estar articulados. Será un instrumento actualizado, garantizando la inclusión de los componentes de gestión del riesgo y cambio climático.

“Con este proyecto, avanzamos en la ejecución de la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico y ratificamos nuestro compromiso con la sociedad civil y grupos de líderes ambientales, quienes han participado activamente y han sido escuchados por esta Autoridad Ambiental, con el objetivo principal de lograr un territorio mejor planificado”, dijo **Jesús León Insignares**, director de la corporación.

