

DOCUMENTOS A CATA 06 CONT 064-21 LUISA FERNANDA PARRA



De <dolly.camacho@ibal.gov.co>

Destinatario <sgeneral@ibal.gov.co>

Fecha 2021-11-30 09:46

 DOCUMENTOS ACTA 06 CONT 064-21 LUISA FERNANDA PARRA.PDF (~1,3 MB)

ADJUNTO DOCUMENTOS DEL ASUNTO PARA TRÁMITE PERTINENTE

 IBAL SIG SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	SOPORTES DOCUMENTALES PARA TRAMITE DE CUENTA	CÓDIGO: GJ-R-050
		FECHA VIGENCIA: 2016-10-12
		VERSIÓN: 02
		Página 1 de 1

Ibagué,

Doctor(a)
OLGA LUCIA LIEVANO
Secretaria General
IBAL E.S.P S.A
Ibagué

R/Doluc
24-11-21
11:00

REF: ENVIO SOPORTES PARA TRAMITE DE CUENTA DEL CONTRATO N° 064 del 2021.

Cordial Saludo:

Por medio de la presente me dirijo a usted con el fin de allegarle los soportes documentales originales para que obren dentro de la carpeta del archivo de gestión de la secretaria general, así como también las copias de los documentos que son requeridos por la oficina de contabilidad para el respectivo tramite de cuenta, para lo cual me permito relacionar al detalle los documentos que adjunto, de la siguiente manera:

DOCUMENTOS ACTA PARCIAL:

- Acta parcial No.6.
- Cuenta de Cobro No. 6.
- Ficha técnica de evaluación.
- Planilla de seguridad social.

Atentamente,



José Rodrigo Herrera Mejía
Supervisor

10

	ACTA PARCIAL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	CÓDIGO: GJ-R-033
		FECHA VIGENCIA: 2021-07-15
		VERSIÓN: 06
		Página 1 de 2

Contrato No.	064 del 06 de mayo de 2021			
Objeto	"CONTRATAR LOS SERVICIOS DE UN PROFESIONAL JUNIOR GRADO 2 EN INGENIERÍA CIVIL, PARA FORTALECER LOS PROCESOS QUE TIENE A CARGO LA DIRECCIÓN DE PLANEACION EN LA EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO IBAL S.A E.S.P OFICIAL".			
Valor Inicial	VEINTIDOS MILLONES DOSCIENTOS MIL PESOS (\$22.200.000,00) M/CTE			
Valor adición 1	TRES MILLONES SETECIENTOS MIL PESOS (\$ 3.700.000) M/CTE.			
Valor Total	VEINTICINCO MILLONES NOVECIENTOS MIL PESOS (\$25.900.000,00) M/CTE			
Contratista	LUISA FERNANDA PARRA GÓMEZ			
Supervisor	JOSÉ RODRIGO HERRERA MEJÍA- Director de Planeación			
Fecha de Inicio	20 de mayo de 2021			
Fecha de terminación Final	19 de diciembre de 2021			
Plazo de Ejecución Inicial	SEIS (06) MESES, contados a partir de la suscripción del acta de iniciación, previa acreditación del cumplimiento de los requisitos de legalización y perfeccionamiento.			
Plazo de Ejecución Adición	UN (01) MES			
Plazo de Ejecución Final	SIETE (07) MESES, contados a partir de la suscripción del acta de iniciación, previa acreditación del cumplimiento de los requisitos de legalización y perfeccionamiento.			
FECHA DE ELABORACIÓN DEL ACTA PARCIAL		Año	Mes	Día
		2021	11	23
En la ciudad de Ibagué, en la fecha antes indicada, contratista y supervisor suscriben la presente Acta Parcial No. 06 del contrato antes identificado. Para completar y soportar los trámites necesarios para su correspondiente pago.				
Periodo informado	20 de octubre de 2021 a 19 de noviembre de 2021			
Informe de las actividades desarrolladas y avaladas por el supervisor	Modelación hidrológica de paso elevado Viaducto No 2 acueducto alternativo en informe: "Análisis Geomorfológico e hidrológico sub-cuenca del río Cocora Viaducto 2". Modelación hidrológica de paso elevado Viaducto No 6 acueducto alternativo en informe: "Análisis Geomorfológico e hidrológico sub-cuenca del río Cocora Viaducto 6".			

	ACTA PARCIAL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	CÓDIGO: GJ-R-033
		FECHA VIGENCIA: 2021-07-15
		VERSIÓN: 06
		Página 2 de 2

Evidencias de la ejecución del contrato	Los documentos que reposan en las carpetas y los diferentes procesos publicados en el SECOP I, cuentan con mi visto bueno y mi firma en cada uno de los documentos revisados y/o proyectados. Adicionalmente informe de actividades con visto bueno del supervisor del contrato y anexos en digital.
--	--

ESTADO DE CUENTA	
Valor Contrato	VEINTIDOS MILLONES DOSCIENTOS MIL PESOS (\$22.200.000,00) M/CTE
Valor adición 1	TRES MILLONES SETECIENTOS MIL PESOS (\$ 3.700.000) M/CTE.
Valor Total	VEINTICINCO MILLONES NOVECIENTOS MIL PESOS (\$25.900.000,00) M/CTE
Valor Acta No. 01	TRES MILLONES SETECIENTOS MIL PESOS (\$ 3.700.000) M/CTE.
Valor Acta No. 02	TRES MILLONES SETECIENTOS MIL PESOS (\$ 3.700.000) M/CTE.
Valor Acta No. 03	TRES MILLONES SETECIENTOS MIL PESOS (\$ 3.700.000) M/CTE.
Valor Acta No. 04	TRES MILLONES SETECIENTOS MIL PESOS (\$ 3.700.000) M/CTE.
Valor Acta No. 05	TRES MILLONES SETECIENTOS MIL PESOS (\$ 3.700.000) M/CTE.
Valor Acta No. 06	TRES MILLONES SETECIENTOS MIL PESOS (\$ 3.700.000) M/CTE.
Saldo (Valor pendiente para pago)	TRES MILLONES SETECIENTOS MIL PESOS (\$ 3.700.000) M/CTE.

APORTES AL SISTEMA DE SEGURIDAD SOCIAL
PERSONA JURIDICA

El contratista presentó certificación suscrita por el revisor fiscal o el representante legal acreditando que se encuentra a paz y salvo en el pago de aportes al Sistema de Seguridad Social Integral y pagos de parafiscales a que hubiere lugar.

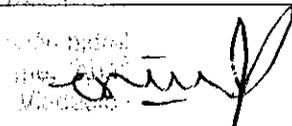
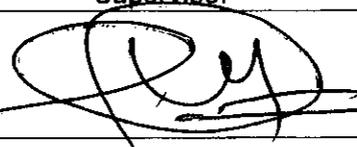
APORTA CERTIFICACION REPRESENTANTE LEGAL	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
APORTA CERTIFICACION REVISOR FISCAL (En caso de aportar certificación del revisor fiscal deberá adjuntar con ella, copia de la tarjeta profesional y certificado de antecedentes de la Junta Central de Contadores)	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>

PERSONA NATURAL

Entidad en donde se realiza el pago.	APORTES EN LÍNEA	Valor total del aporte	\$ 486.200
Planilla	9426083630 SALUD Y PENSIÓN - 7815021519	Salud	\$ 185.000
Periodo cotizado	De	01/11/2021	Pensión
	Hasta	31/11/2021	ARL
			\$ 236.800
			\$ 64.400

ANEXOS:		Marque con x
Recibo de pago de seguridad social		X

	ACTA PARCIAL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	CÓDIGO: GJ-R-033
		FECHA VIGENCIA: 2021-07-15
		VERSIÓN: 06
		Página 3 de 8

Copia planillas de aporte		x
Firma		
Nombre	LUISA FERNANDA PARRA GÓMEZ	JOSÉ RODRIGO HERRERA MEJÍA
	Contratista	Supervisor
V° B° Profesional Salud Ocupacional IBAL	CLAUDIA COMBITA ZAMBRANO Profesional Salud Ocupacional IBAL	





IBAL S.A E.S.P



9 IBAÑUE VIERA

Informe de Actividades

INFORMACIÓN DEL CONTRATO	
OBJETO:	"CONTRATAR LOS SERVICIOS DE UN PROFESIONAL JUNIOR GRADO 2 EN INGENIERÍA CIVIL, PARA FORTALECER LOS PROCESOS QUE TIENE A CARGO LA DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN EN LA EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO IBAL S.A E.S.P OFICIAL".
PERIODO DEL INFORME:	20 DE OCTUBRE - 19 DE NOVIEMBRE DE 2021
FECHA DEL INFORME:	23 DE NOVIEMBRE DE 2021

ACTIVIDADES FINALIZADAS EN EL PERÍODO EVALUADO

No. actividad	Actividades	Responsables
1	Modelación hidrológica de paso elevado Viaducto No 2 acueducto alterno en informe: "Análisis Geomorfológico e hidrológico sub-cuenca del río Cocora Viaducto 2" De acuerdo a la obligación No. 7 y 8 del contrato 064 del 06 de mayo de 2021: "Asesorar a la Dirección de planeación en todas las actividades que requiera a cargo del director y oficinas a cargo, así como realizar las actividades que requiera para el cumplimiento de compromisos de convenios con entidades estatales". y "Colaborar en la programación y elaboración de informes que solicite el Director planeación"	LUISA FERNANDA PARRA GÓMEZ
2	Modelación hidrológica de paso elevado Viaducto No 6 acueducto alterno en informe: "Análisis Geomorfológico e hidrológico sub-cuenca del río Cocora Viaducto 6" De acuerdo a la obligación No. 7 y 8 del contrato 064 del 06 de mayo de 2021: "Asesorar a la Dirección de planeación en todas las actividades que requiera a cargo del director y oficinas a cargo, así como realizar las actividades que requiera para el cumplimiento de compromisos de convenios con entidades estatales". y "Colaborar en la programación y elaboración de informes que solicite el Director planeación"	LUISA FERNANDA PARRA GÓMEZ

ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
Nombres y apellidos	LUISA FERNANDA PARRA GÓMEZ Contratista		JOSÉ RODRIGO HERRERA MEJÍA Supervisor
Firmas			

Análisis Geomorfológico e Hidrológico

sub-cuenca del Río Cócora

Punto Viaducto No. 2

2021

Tabla de contenido

.....	1
1. Introducción	5
2. Alcance	6
3. Localización de la sub-cuenca del río Coello-Viaducto 2.....	7
4. Caracterización de la Micro-Cuenca.....	8
5. Clima Regional, Zona Andina.....	12
6. Recopilación de datos de Estaciones.....	13
6.1 Datos de PPT.....	13
6.2 Datos de temperatura.....	16
7. Tiempo de concentración.....	19
8. Estimación de Caudales.....	20
8.1 Caudales por el método Racional.....	20
8.1.1 Curva IDF.....	20
Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad - duración - frecuencia (IDF) para Colombia	20
8.1.2 Coeficiente de escorrentía	22
8.1.3 Caudal por el método Racional	24
8.2 Estimación de caudal por análisis probabilísticos	26
8.2.1 Funciones de distribución de probabilidad.....	26
8.2.2 Distribución de la precipitación en espacio y tiempo	30
8.2.2.1 Factor de reducción Areal (FRA)	31
8.2.2.2 Factor de reducción temporal	32
8.2.2.3 Hietograma de diseño.....	33
8.2.3 Pérdidas por el número de curva	38
8.2.4 Hidrograma de diseño.....	40
Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 10 años.....	41
Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 25 años	42
Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 50 años	43
Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 100 años.....	44
9 Conclusiones.....	46
10 Bibliografía	47

Tabla de Tablas

Tabla 1. Parámetros fisiomorfométricos de la cuenca Olivares	11
Tabla 2. Datos de la estación Hacienda Palogrande	14
Tabla 3. Lluvia diaria máxima por año	14
Tabla 4. Datos de la estación Climática Cajamarca	16
Tabla 5. Valores de temperatura	16
Tabla 6. Parámetros para la región Andina	21
Tabla 7. Valores de la curva IDF para la micro cuenca del viaducto No. 2 subcuenca del río Cocora	21
Tabla 8 . Metodo Prevet para coeficiente de escorrentia	23
Tabla 9. Datos Para método Racional	25
Tabla 10. PPT para diferentes periodos de retorno según ajustes de FDP	30
Tabla 11. Aplicación de FRA a la PPT de diseño	31
Tabla 12. Factor de reducción temporal	32
Tabla 13. PPT con corrección temporal	33
Tabla 14. Porcentajes distribución ii de Huff	35
Tabla 15. PPT Acumulada según distribución ii de Huff	35
Tabla 16. Hietograma de diseño	36
Tabla 18. Ponderado del número de curva	39
Tabla 18. Datos hidrograma Tr 10 años	41
Tabla 18. Datos hidrograma Tr 25 años	42
Tabla 18. Datos Hidrograma Tr 50 años	43
Tabla 18. Datos Hidrograma Tr 100 años	45

Tabla de Figuras

Figura 1. Localización micro-cuenca viaducto 2 subcuenca del río Cocora.....	7
Figura 2. Mapa de alturas cuenca viaducto 2.....	8
Figura 3. Mapa de pendientes de la cuenca viaducto 2	9
Figura 4. Mapa de distribución de áreas acumuladas de la cuenca viaducto 2	10
Figura 5. Curva hipsométrica de la cuenca viaducto 2	10
Figura 6 . Ubicación de las estaciones.....	13
Figura 7. Distribución temporal de precipitación en la estación Hacienda Palogrande	15
Figura 8. Distribución temporal de la temperatura mínima diaria	17
Figura 9. Distribución temporal de la temperatura media diaria	17
Figura 10. Distribución temporal de la temperatura máxima diaria.....	18
Figura 11. Tiempo de concentración.....	19
Figura 12. Curva IDF para la micro cuenca viaducto 2 subcuenca.....	22
Figura 13 . Mapa de suelos.....	23
Figura 14. Serie de datos de PPT y estadísticas.....	27
Figura 15. Ajuste de distribución Gumbel para estación Hacienda Palogrande.....	27
Figura 16. Ajuste de distribución TCEV para estación Hacienda Palogrande	28
Figura 17. Ajuste de distribución GEV para estación Hacienda Palogrande	28
Figura 18. Ajuste de distribución Lognormal 2 para estación Hacienda Palogrande	29
Figura 19. Ajuste de distribución Exponencial para estación Hacienda Palogrande.....	29
Figura 20. Distribuciones de tiempo para tormentas. Propuestas por Huff.....	34
Figura 21. Lluvias de diseño acumuladas	36
Figura 22. Hietogramas de diseño para cada período de retorno.....	37
Figura 23. Mapa de número de curva de la cuenca	38
Figura 23. Hidrograma Tr 10 años	41
Figura 23. Hidrograma Tr 25 años	42
Figura 23. Hidrograma Tr 50 años	43
Figura 23. Hidrograma Tr 100 años	44

1. Introducción

El análisis geomorfológico de una cuenca es importante en la medida que permite caracterizarla y vislumbrar el tipo de respuesta que esta tendría ante diferentes eventos de precipitación, según factores como su pendiente, mapa de elevación, curva hipsométrica, área, longitud y ancho, entre otras. Además, es un insumo indispensable al momento de hablar de la hidrología de una cuenca, ya que permite calcular parámetros como su tiempo de concentración, y sumándole datos de precipitación, es posible obtener la intensidad y de ella los hietogramas de diseño o/y su caudal de diseño.

El objetivo del presente informe, es realizar una caracterización geomorfológica que eventualmente permita obtener el caudal de la sub-Cuenca en el punto donde se ubica el viaducto No. 2 del acueducto alternativo del municipio de Ibagué-Tolima, dato que es importante en la elaboración de los respectivos diseños.

A continuación, se presentan los cálculos, gráficos y parámetros obtenidos al realizar el estudio hidrológico de la cuenca delimitada por el viaducto No. 2.

2. Alcance

Mediante el presente informe se pretende dar cumplimiento a compromisos adquiridos mediante el contrato 064 del 06 de mayo del 2021. En este documento se realiza un estudio hidrológico de la sub-cuenca al punto del viaducto No. 2, con el fin de determinar caudales del drenaje que permitan determinar la ubicación adecuada para el viaducto.

3. Localización de la sub-cuenca del río Coello-Viaducto 2

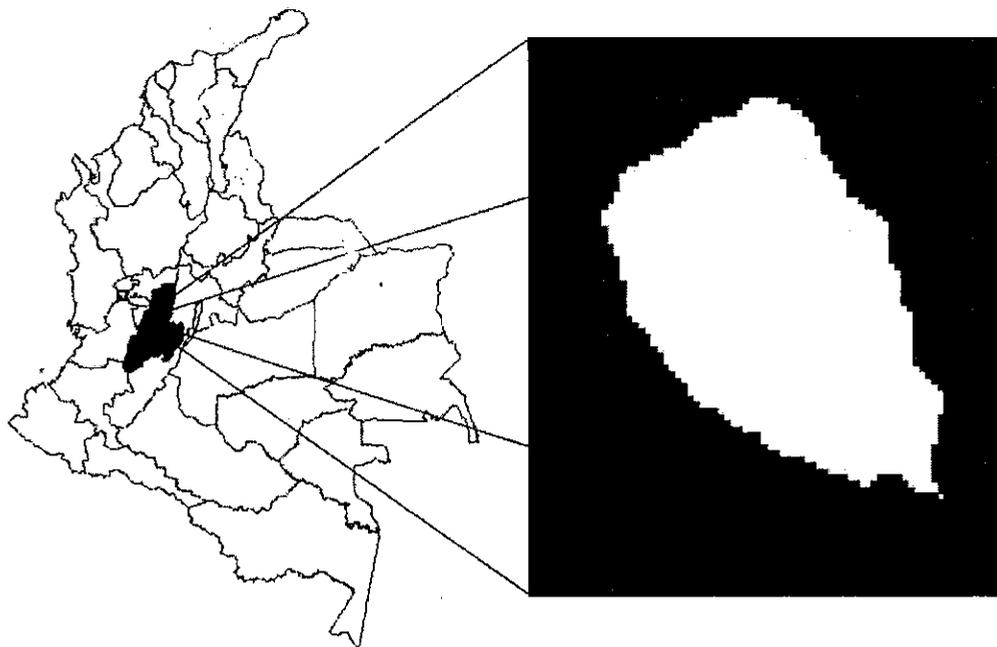


Figura 1. Localización micro-cuenca viaducto 2 subcuenca del río Cocora

La micro-cuenca del drenaje que pasa por el viaducto No. 2 se encuentra ubicada en la vertiente oriental de la cordillera central, en el municipio de Ibagué, con un área pequeña de aproximadamente 2 km², su ubicación en el departamento se observa en la figura No. 1. el punto de cierre tiene como coordenadas 4.380301° Latitud, -75.342128° Longitud.

4. Caracterización de la Micro-Cuenca

Para la caracterización y parametrización de la cuenca, se realizó un análisis partiendo del mapa de pendientes, dirección de flujos y flujos acumulados, quienes fueron calculados a partir del modelo de elevación digital del terreno (MDT) de la NASA (con resolución de 30mx30m).

En la

Figura 2 se observa el mapa de alturas de la cuenca, donde se aprecia su carácter montañoso en la parte alta, esto produce fuertes pendientes en dicha sección, tal como se puede inferir de la Figura 3. Las altas pendientes hacen que la velocidad del flujo sea superior y ello determina la capacidad de arrastre de sedimentos.

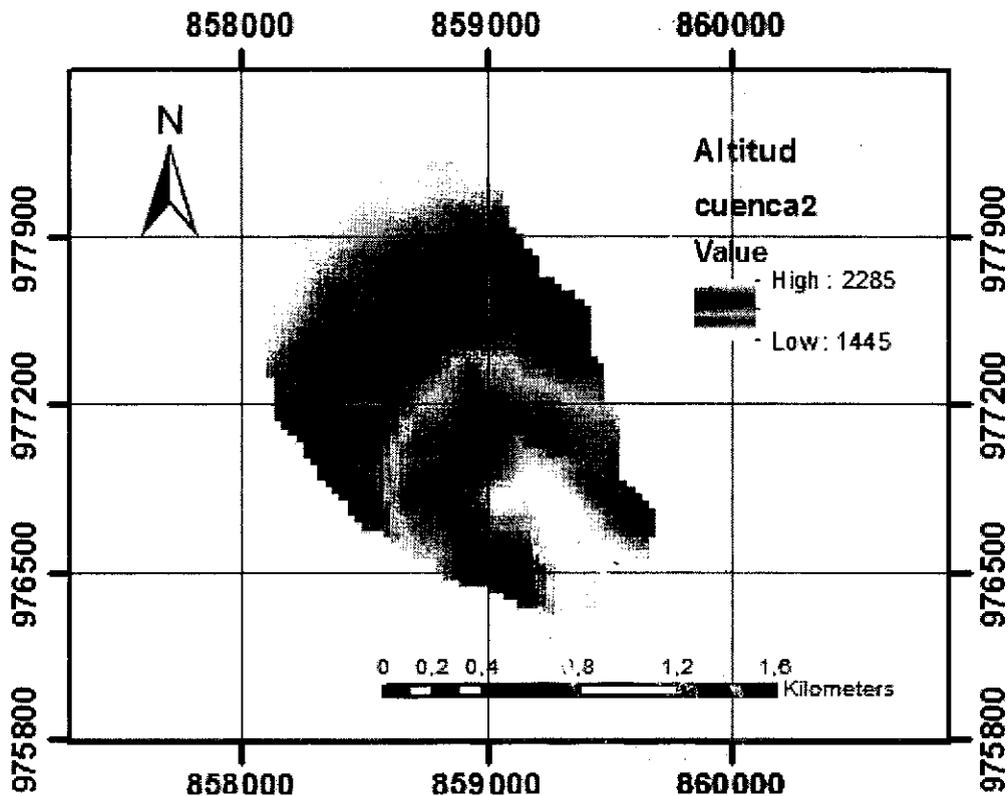


Figura 2. Mapa de alturas cuenca viaducto 2

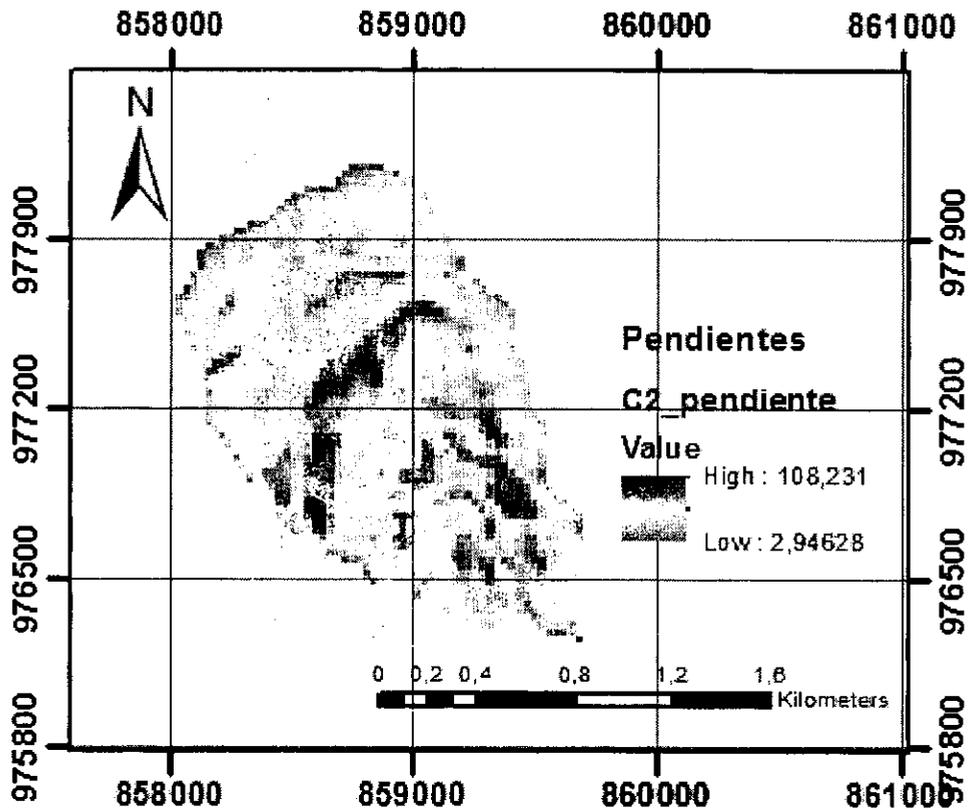


Figura 3. Mapa de pendientes de la cuenca viaducto 2

A continuación, se presenta el mapa de áreas utilizado para la construcción de la curva hipsométrica de la cuenca en la Figura 4, quien representa una distribución de área acumulada en contraste con la elevación, y clasifica una cuenca según su forma, como cuenca joven con desequilibrio y potencial erosivo, cuenca madura en equilibrio, y como cuenca vieja con desequilibrio y deposición de sedimentos.

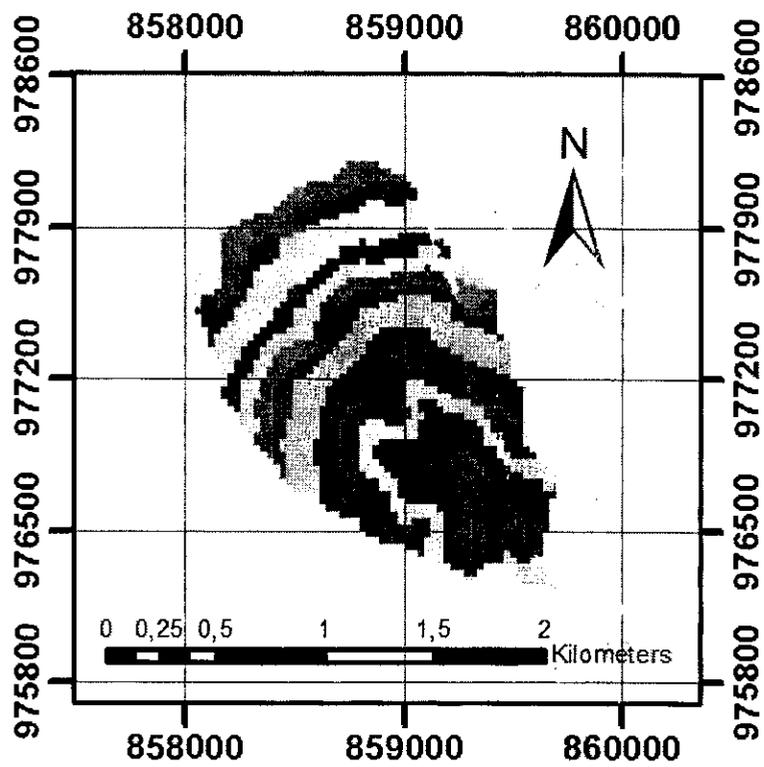


Figura 4. Mapa de distribución de áreas acumuladas de la cuenca viaducto 2

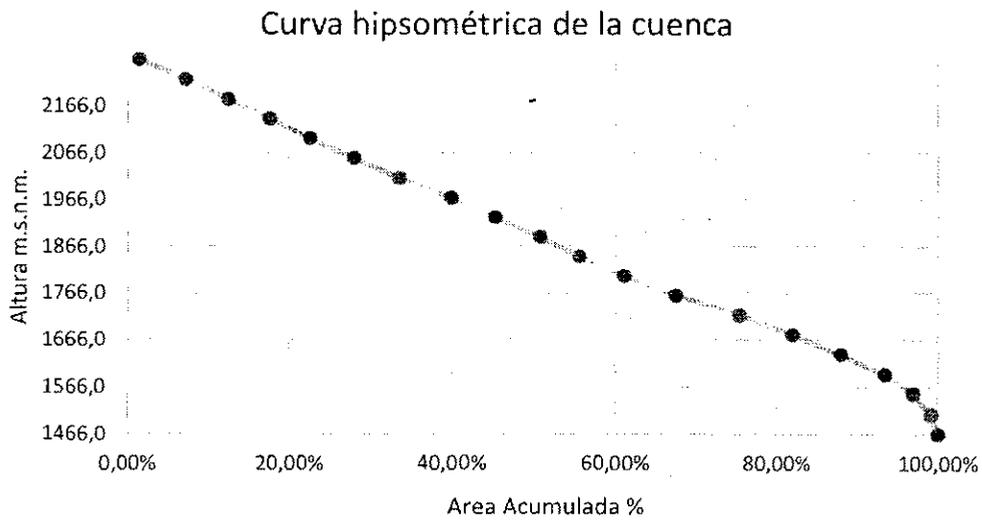


Figura 5. Curva hipsométrica de la cuenca viaducto 2

La curva hipsométrica de la Sub-cuenca del viaducto 2, representada por la Figura 5, refleja la madurez de la cuenca, y su forma la identifica como una cuenca cercana

al equilibrio, esto quiere decir que existe un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale.

A partir de los mapas anteriormente nombrados se obtuvieron los parámetros fisiomorfométricos necesarios para la posterior modelación hidrológica de la cuenca. Los parámetros se encuentran consignados en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros fisiomorfométricos de la cuenca Olivares

Área cuenca	Km ²	2,0286
Perímetro	Km	7,56
Cota máxima de la cuenca	msnm	2277,92
Cota de salida	msnm	1444,05
X centroide cuenca	m	858873
Y centroide cuenca	m	1899,42
Z centroide cuenca	msnm	1899,42
DA (cota max - cota min)	m	833,87
Índice de Compacidad o de GRAVELIUS	Un	1,49
pendiente media cuenca (%)	%	47,83
altura más frecuente	msnm	1718,5
altura promedio	msnm	1865,55
longitud de cuenca	km	2,27
longitud del cauce principal	km	2,16

5. Clima Regional, Zona Andina

En la zona Andina concurren gran variedad de climas, debido a sus diferencias de altiplanicie tiene sus condiciones climáticas particulares, donde variables como el calor solar, los vientos, la humedad del aire, las lluvias y principalmente a la altitud la definen. En la región se tienen cinco pisos térmicos: cálido, templado, frío, páramo y helado, caracterizado por sus picos, nevados en sus cordilleras.

En cuanto a las lluvias, hay dos épocas principales al año: de Abril a Mayo y de Octubre a Noviembre. Un determinante de la precipitación es la temperatura sobre la región en estos periodos, ya que cuando la tierra recibe más calor, aumenta la temperatura y por consiguiente el régimen de lluvias. Otra causa de las precipitaciones en la región es la humedad que traen consigo los vientos procedentes de los Océanos Pacífico y Atlántico y que es recibida en las vertientes exteriores de las montañas; los vientos del Pacífico empujan las nubes hacia la cordillera Occidental y al encontrar esta barrera ascienden, al llegar capas de aire más frías, se condensan y se convierten en pequeñas gotas de lluvia, las cuales se precipitan sobre la vertiente exterior de la cordillera.

El departamento del Tolima cuenta con pisos térmicos desde los cálidos, hasta las nieves. Sus principales alturas son el Nevado del Tolima, con temperaturas muy frías de los páramos (cordillera central), la temperatura disminuye cuando aumenta la altura sobre el nivel del mar, más o menos a una tasa de 0,53 grados centígrados por cada 100 metros de ascenso (5,3°C/Km). Los sectores más lluviosos. La precipitación promedio del tramo vial ronda los 1600 mm anuales.

6. Recopilación de datos de Estaciones

6.1 Datos de PPT

Para la recopilación de datos de precipitación se utilizó la estación Hacienda Palogrande, ubicada en el municipio de Ibagué en coordenadas Latitud 4,3319 y longitud -75,4013. Los datos de las estaciones fueron descargados del Geo Portal del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) teniendo en cuenta las estaciones más cercanas a la zona, sus datos se presentan a continuación.

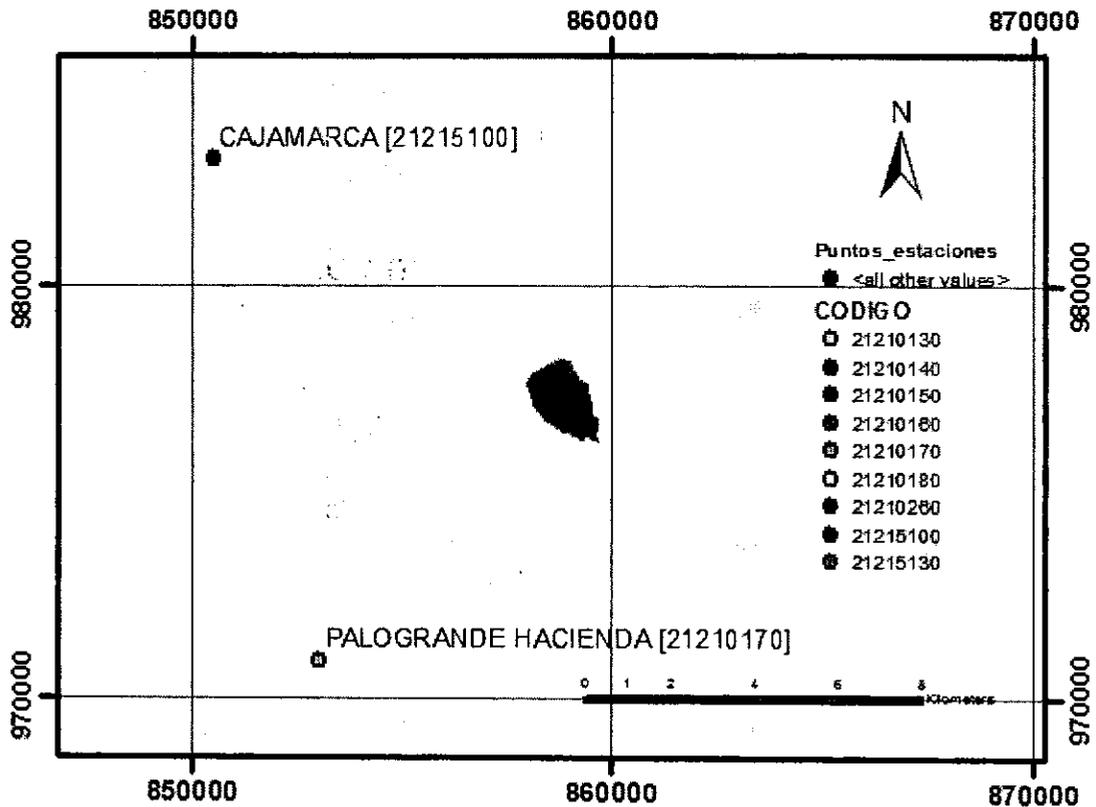


Figura 6 . Ubicación de las estaciones

Tabla 2. Datos de la estación Hacienda Palogrande

Código Estación	Nombre Estación	Latitud	Longitud	Altitud
21210170	HACIENDA PALOGRANDE	4,3319	-75,4013	2212
Entidad	Departamento	Municipio	Fecha Instalación	Categoría
INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES	Tolima	Ibagué	15/11/1986	Pluviométrica

Se recopilaron 34 años de datos de precipitación, y de estos se obtuvo las precipitaciones máximas de cada uno, dichos datos se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Lluvia diaria máxima por año

Año	Máx. de Valor
1986	44,1
1987	62
1988	86
1989	83
1990	90
1991	48,8
1992	85
1993	51
1994	49,3
1995	55,3
1996	53,9
1997	57,7
1998	80,5
1999	68,5
2000	112,2
2001	60
2002	60,2
2003	50
2004	40,6
2005	37
2006	27,4
2007	74,4

Año	Máx. de Valor
2008	15,4
2009	21,1
2010	48
2011	60
2012	63,2
2013	85,2
2014	73
2015	95
2016	74,8
2017	75
2018	87
2019	47
Total general	112,2

Del análisis de los datos diarios de precipitación, se obtiene la distribución temporal de la lluvia para la estación Hacienda Palogrande, el periodo de datos analizados está comprendido entre 1987 al 2020.

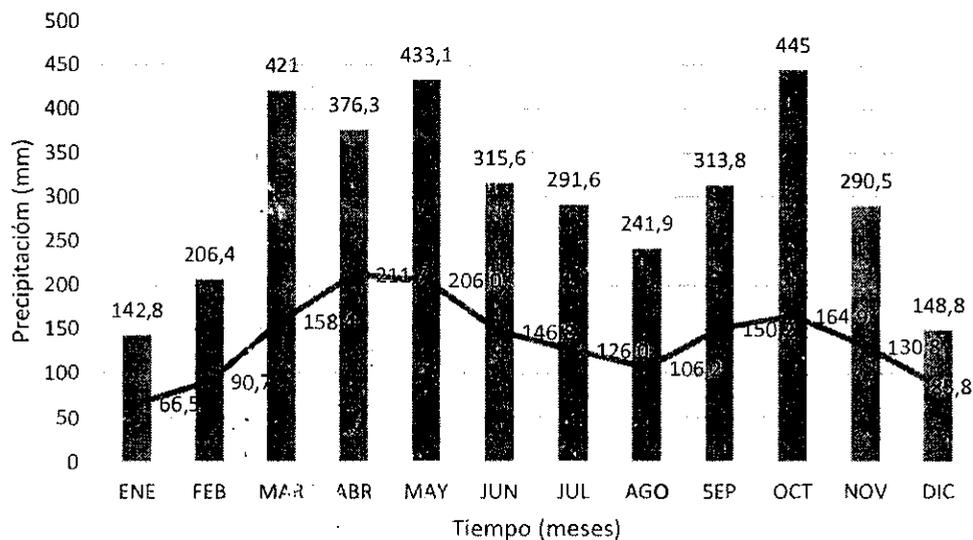


Figura 7. Distribución temporal de precipitación en la estación Hacienda Palogrande

6.2 Datos de temperatura

Para el análisis de la temperatura en la zona se escogió la estación climática más cercana a la cuenca, la estación Cajamarca, ubicada en coordenadas 4,4415 Latitud y -75,4246 Longitud. Los datos de las estaciones fueron descargados del Geo Portal del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, sus datos se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Datos de la estación Climática Cajamarca

Código Estación	Nombre Estación	Latitud	Longitud	Altitud
21215100	CAJAMARCA [21215100]	4,4415	-75,4246	1920
Entidad	Departamento	Municipio	Fecha Instalación	Categoría
INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES	Tolima	Cajamarca	15/09/1964	Climática Ordinaria

En la Tabla 5 se presenta los valores promedios de las variaciones de la temperatura media de la estación Cajamarca, en esta estación se registra una temperatura de media de 16,75 C, con mínimos de temperatura de 9,93C y máximos de 21,57C. Se observa que la variable es estable en el tiempo, ya que no presenta cambios bruscos y su valor en los meses no cambia considerablemente.

Tabla 5. Valores de temperatura

Valores mínimos de temperatura												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Mínimos	9,4	10	9,8	10	10	10	10	10	10,4	10	8	9
Medios	13,49	13,736	13,945	14,169	14,2	14,046	13,788	13,85	13,87	13,94	13,77	13,63
Máximos	16,4	16,9	16,8	17,4	17	16,8	16,4	16,4	16,4	16,4	17	16,4
Valores medios de temperatura												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Mínimos	10	10	10	10,4	10	10	10	10,2	10,8	10,8	8	9
Medios	16,76	16,784	16,914	16,913	16,82	16,722	16,616	16,8	16,76	16,88	16,56	16,5
Máximos	22,1	23,2	22,2	22,2	21,5	20,5	20,7	21,2	21,2	21	21,3	21,8

Valores máximos de temperatura												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Mínimos	19	19	16	18	19	18	18	19	16	18	18	18
Medios	24,19	24,176	23,914	23,326	23,06	22,968	23,105	23,67	23,62	23,42	23,37	23,82
Máximos	29	30	28	29	27	26	27	28	27	28	27	29

En las gráficas presentes en la Figura 8, la Figura 9 y la Figura 10 se presenta la distribución temporal de la temperatura, para sus valores mínimos, medio y máximos.

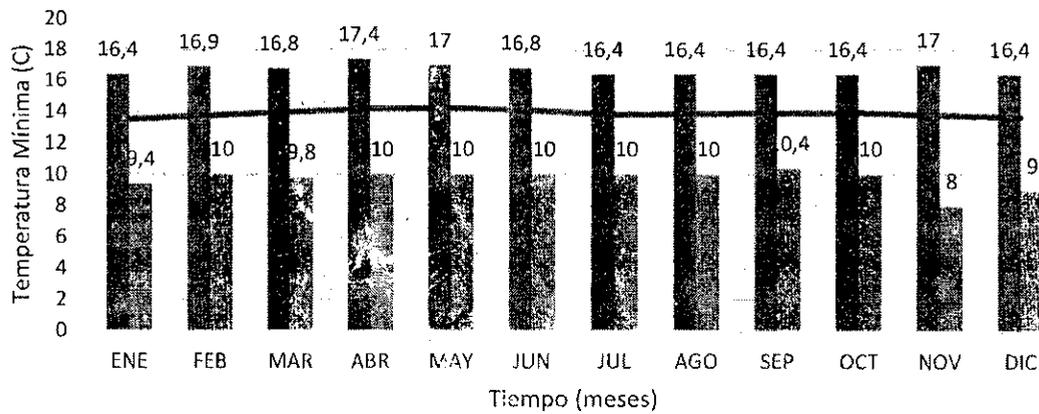


Figura 8. Distribución temporal de la temperatura mínima diaria

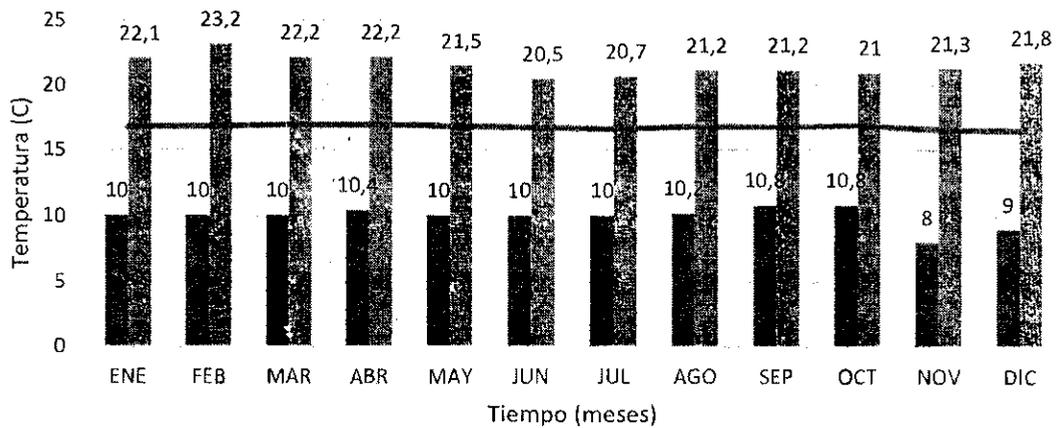


Figura 9. Distribución temporal de la temperatura media diaria

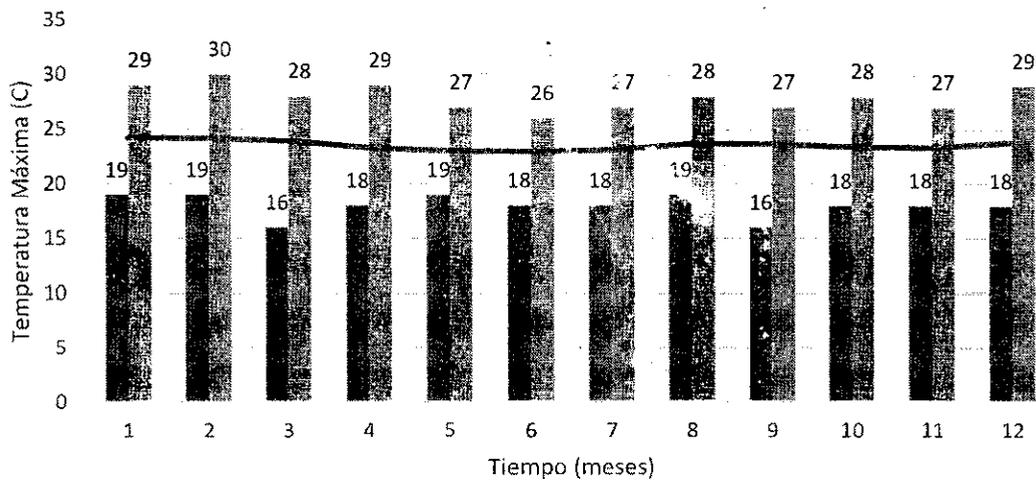


Figura 10. Distribución temporal de la temperatura máxima diaria

Entre la temperatura más baja y la más alta registrada en la zona, existen 12 grados de diferencia, mientras que las temperaturas medias entre meses, presentan variaciones de temperatura menores a 1 grado.

7. Tiempo de concentración

Para obtener la intensidad de la lluvia, es necesario el cálculo del tiempo de concentración de la cuenca, para ello se utilizaron 11 formulas propuestas por diferentes autores, que se encuentran en función de parámetros como: el área de la cuenca, la longitud del drenaje principal, el ancho de la cuenca y su pendiente media. Entre los resultados obtenidos se descartaron aquellos que mostraban valores extremos que eran poco probables en la realidad, y finalmente se realizó un promedio con los valores restantes. El valor obtenido para el tiempo de concentración de la micro-cuenca de la quebrada Guarumo fue de 15 minutos, los valores y los nombres de las formulas utilizados para su obtención se muestran en la Figura 11.

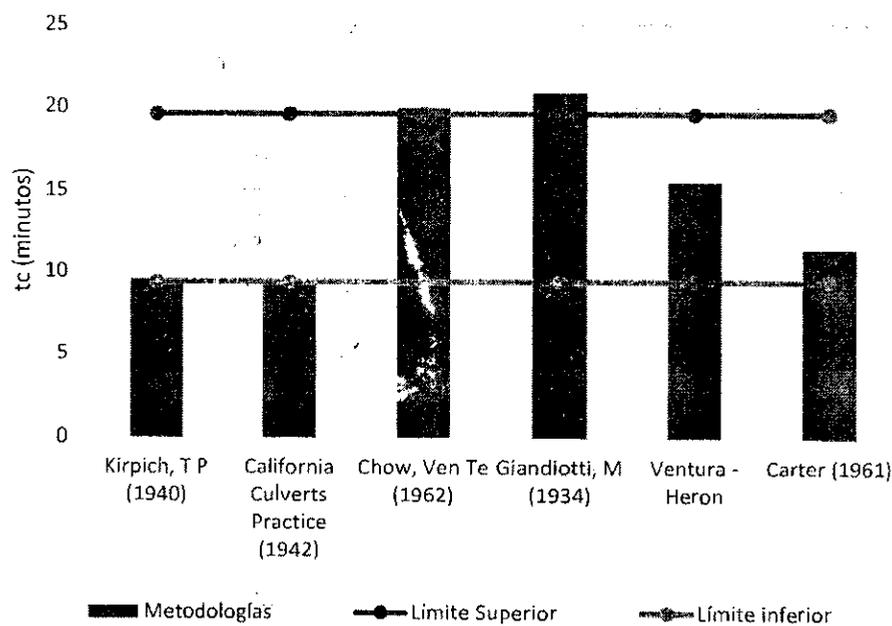


Figura 11. Tiempo de concentración

Fuente: Propia

8. Estimación de Caudales

8.1 Caudales por el método Racional

8.1.1 Curva IDF

Las curvas IDF son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad de una tormenta en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o periodo de retorno (Témez, 1978).

Como la intensidad y duración de las tormentas varían geográficamente, las curvas IDF dependerán de cada región, pudiendo encontrar una extensa bibliografía con respecto a las curvas IDF de cada región de un país.

Su fórmula general surge a partir de la definición de intensidad de precipitación. Siendo:

I: la intensidad de la lluvia en mm/h.

D: Duración de la tormenta en horas.

T: Período de Retorno.

a,b,n,m son coeficientes que dependen de la zona de estudio

Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad - duración - frecuencia (IDF) para Colombia

Para el cálculo de la curva IDF que permita obtener intensidades para la aplicación del método racional en la micro-cuenca, se utilizó la metodología propuesta por Rodrigo Vargas M y Mario Díaz-Granados O. Esta metodología se basa en que las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) permiten la estimación de volúmenes de drenaje superficial mediante modelos lluvia-escorrentía en cuencas pequeñas para las cuales no existen registros de caudal.

Los métodos tradicionales de cálculo de curvas IDF requieren utilizar de información pluviográfica. El empleo de ecuaciones que permitan estimar las curvas IDF a partir

de información pluviométrica constituye una alternativa para aquellas zonas que solo disponen de registros de lluvias a nivel diario. A partir de 165 curvas IDF ubicadas en diversas zonas de Colombia y los resúmenes multianuales pluviométricos de las mismas, Vargas y Díaz-Granados, evaluaron las principales ecuaciones propuestas en la literatura y establecieron nuevas ecuaciones para 4 grandes regiones de Colombia.

La ecuación y parámetros para la región andina se presenta a continuación.

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

Tabla 6. Parámetros para la región Andina

Parámetros Región Andina	
a:	2,16
b:	0,19
c:	0,62
d:	0,63

Fuente: (VARGAS-DÍAZ-GRANADOS, 1998)

Tabla 7. Valores de la curva IDF para la micro cuenca del viaducto No. 2 subcuenca del río Cocora

DURACIÓN - t	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN - I (mm/h) PARA PERIODOS DE RETORNO - T (años)						
	2	3	5	10	25	50	100
5	155,5	167,9	185,1	211,1	251,3	286,6	327,0
10	101,2	109,3	120,4	137,4	163,5	186,5	212,8
15	78,7	85,0	93,6	106,8	127,1	145,0	165,5
20	65,8	71,1	78,4	89,4	106,4	121,3	138,4
25	57,3	61,9	68,2	77,8	92,6	105,7	120,5
30	51,2	55,3	60,9	69,5	82,7	94,4	107,7
35	46,5	50,3	55,4	63,2	75,2	85,8	97,8
40	42,8	46,3	51,0	58,2	69,2	79,0	90,1
45	39,8	43,0	47,4	54,1	64,3	73,4	83,7
100	24,3	26,2	28,9	33,0	39,2	44,7	51,0

Fuente: propia

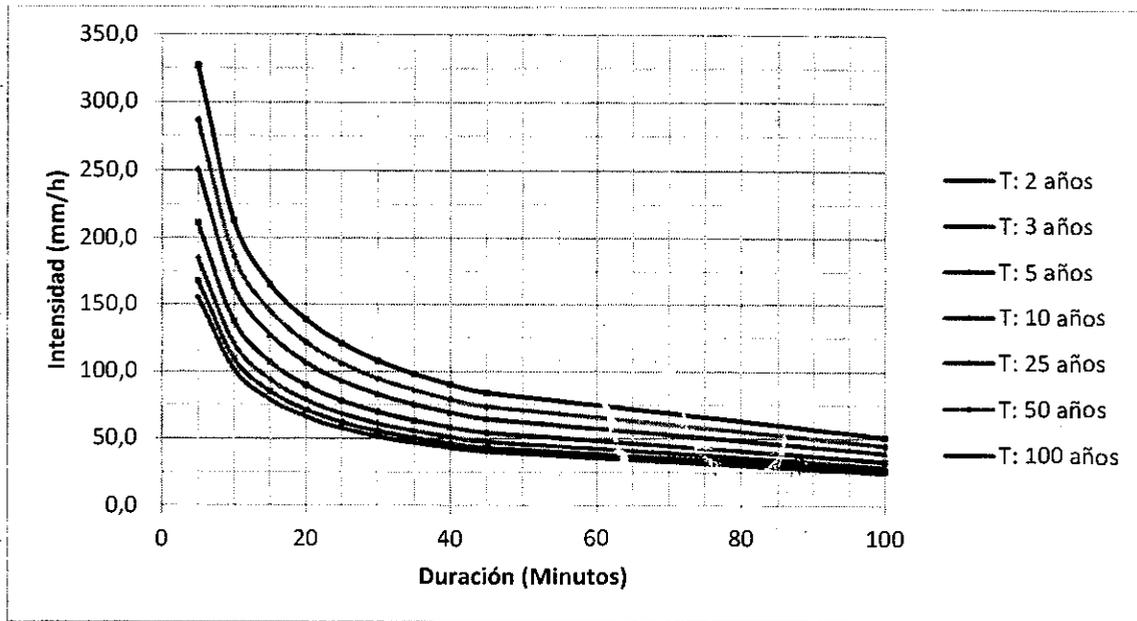


Figura 12. Curva IDF para la micro cuenca viaducto 2 subcuenca

Fuente: Propia

8.1.2 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es una relación entre la precipitación y la cantidad de agua que escurre, este varía según el tipo de suelo, su uso y demás factores físicos e hidrológicos. La importancia del coeficiente de escorrentía radica en que representa la rugosidad e infiltración que puede tener un terreno, afectando el agua que escurre por este y su velocidad.

Para la asignación del coeficiente a utilizar en el método racional, se tomó la tabla de coeficientes de Prevert (1986), quien tiene en cuenta, además de la pendiente y la cubierta vegetal, el tipo de suelo. La metodología de cálculo se observa en la Tabla 8.

Tabla 8 . Metodo Prevet para coeficiente de escorrentia

Uso del suelo	Pendiente (%)	Textura del suelo (%)		
		Arenoso-limoso Limoso-arenoso	Limoso Limoso-arcilloso	Arcilloso
Bosque	0 - 5	0,10	0,30	0,40
	5 - 10	0,25	0,35	0,50
	10 - 30	0,30	0,40	0,60
	> 30	0,32	0,42	0,63
Pastizal	0 - 5	0,15	0,35	0,45
	5 - 10	0,30	0,40	0,55
	10 - 30	0,35	0,45	0,65
	> 30	0,37	0,47	0,68
Cultivo agrícola	0 - 5	0,30	0,50	0,60
	5 - 10	0,40	0,66	0,70
	10 - 30	0,50	0,70	0,80
	> 30	0,53	0,74	0,84

Fuente: Estudio del comportamiento hidrológico de una pequeña cuenca forestal.

Universidad Politécnica de Valencia, 2014

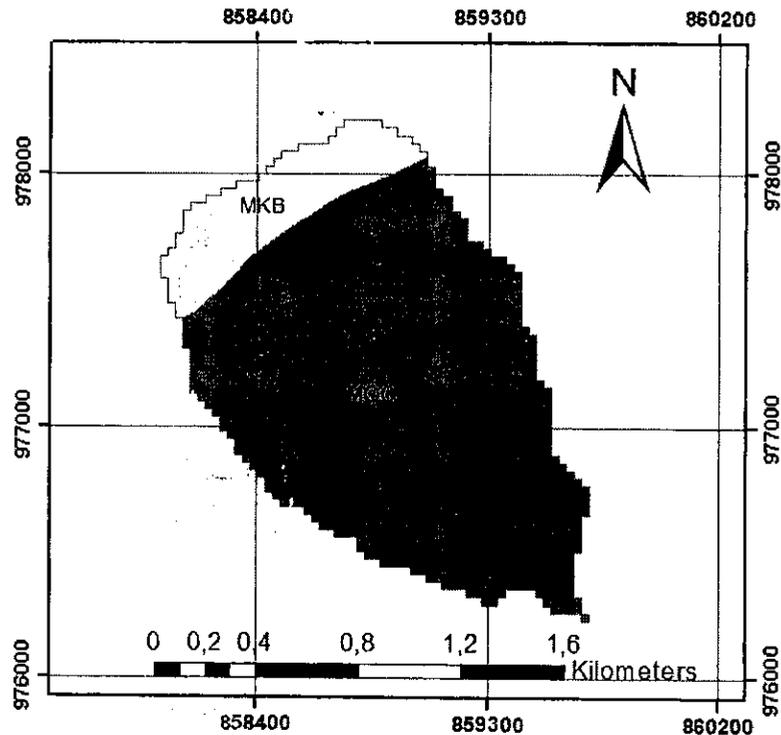


Figura 13 . Mapa de suelos

Fuente: adaptado del mapa de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Considerando que la cuenca se encuentra en un área con vegetación densa, una pendiente media del 47% y tiene suelos Arenoso-Limosos con texturas medias a fina, el valor del coeficiente C es de 0,32.

8.1.3 Caudal por el método Racional

El método racional se utiliza en la hidrología para la estimación de caudales máximos. Es muy útil en cuencas poco estudiadas que no poseen la cantidad de datos necesarios para la aplicación de otras metodologías. El método racional supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie.

Su implementación se recomienda en cuencas pequeñas, ya que se considera que llueve con la misma intensidad en toda la cuenca por un tiempo determinado. El RAS 2000 recomienda en su capítulo D.4.3.2 que se calcule el caudal por método racional área únicamente en cuencas con un área menor a 700 ha.

Para efectos del presente informe se utiliza el método racional, como una de las metodologías para aproximación de un caudal, pero teniendo en cuenta que es una sobre estimación del caudal real. El método consiste en la aplicación de la siguiente ecuación ajustada, presente en el Manual de hidrología, Hidráulica y drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú:

$$Q = 0,278 \times C \times i \times A$$

Donde:

Q: Caudal

C: Coeficiente de escorrentía tipo de suelo

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca

Tabla 9. Datos Para método Racional

Área (m ²)	2028600
Ancho (m)	939,90
S(m/m)	0,48
Lcppal (m)	2158,30
Perímetro (m)	7560
Tc (min)	15

C	0,32	adimensional
I	3,53186E-05	m/s
A	2028600	m ²
$Q=0,278xCxixA$	6,37	m ³ /s

Según el método racional el caudal disponible en el punto de captación del acueducto sería de 6,37 m³/s.

8.2 Estimación de caudal por análisis probabilísticos

8.2.1 Funciones de distribución de probabilidad

En la hidrología es frecuente enfrentarse al problema de la definición de un caudal de diseño de un proyecto, ya que actualmente no se cuentan con muchos datos referentes a lluvias e información hidrológica de una cuenca que permitan definirlo a ciencia cierta. Es por ello que se hace necesario recurrir a funciones de distribución de probabilidad, que den forma a los datos reales con los que se cuentan y permitan extrapolar una función moldeada por series de lluvia, para obtener los elementos necesarios para determinar una cantidad de lluvia según sea pertinente para el periodo de diseño.

Para el ajuste de funciones a los datos reales es importante contar con una buena serie de datos, en la hidrología se habla de series de al menos 30 años de datos para lograr un ajuste acorde a la realidad. Para la estación de lluvias Hacienda Palogrande, se cuenta con una serie de 34 años de datos, se considera que se tiene suficiente información para la obtención de datos a partir del ajuste de las funciones.

Para el ajuste y extrapolación se utilizó en programa AFINS 2.0, un programa para el análisis de la frecuencia de extremos hidrológicos (caudal o lluvia) en un punto. El programa utiliza información sistemática y/o no sistemática y con las hipótesis de estacionalidad e independencia de la muestra observada, para ajustar funciones de probabilidad a la serie de datos ingresados, dando como resultado la gráfica de una función, con parámetros necesarios para que esta sea lo más cercana posible a los datos reales, adicionalmente se cuenta con factores estadísticos que permiten observar la verosimilitud, de esta manera y teniendo en cuenta el ajuste gráfica, es posible compararlas entre sí.

Las funciones utilizadas para obtener valores extremos fueron la función GUMBEL, TCEV, GEV, Log Normal 2 y Exponencial. A continuación, se presentan los datos gráficos y estadísticos a partir del ajuste de las funciones a la serie de datos.

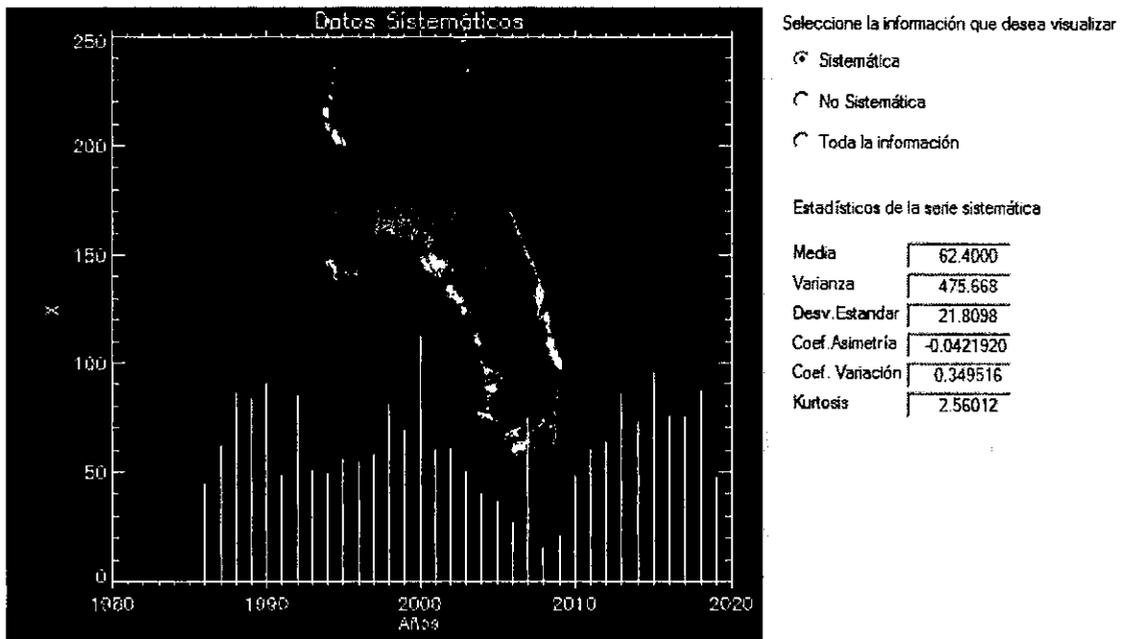


Figura 14. Serie de datos de PPT y estadísticas

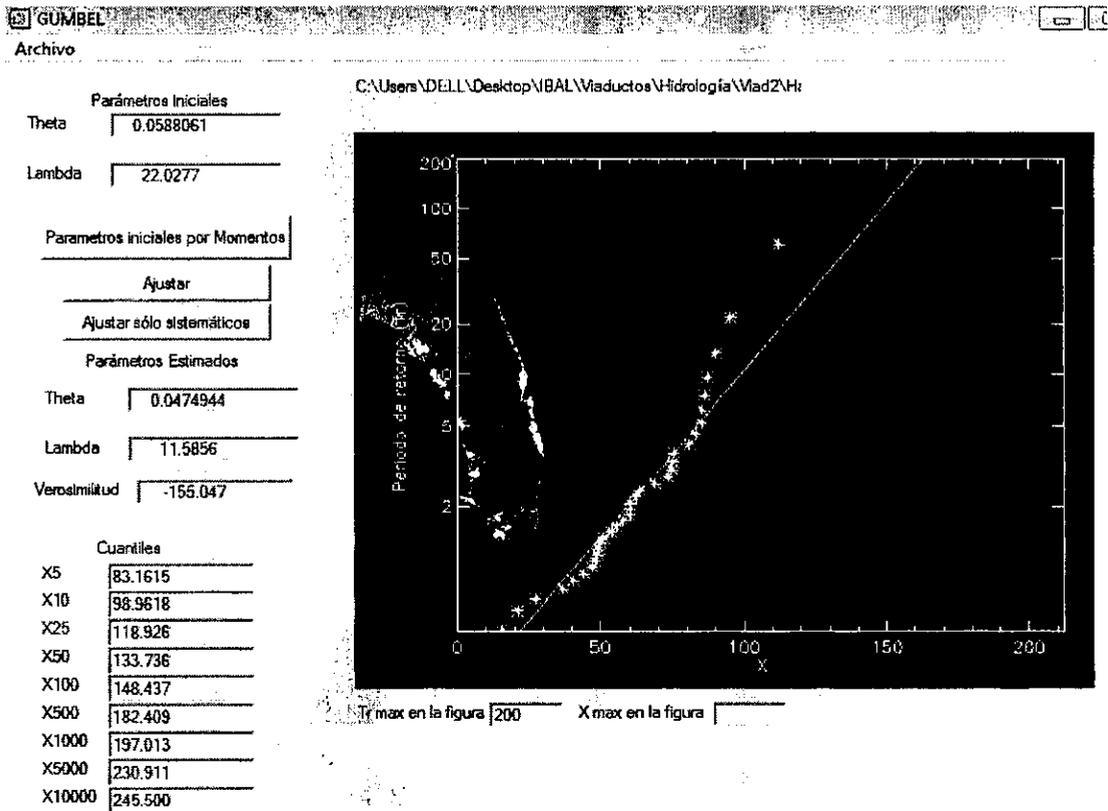


Figura 15. Ajuste de distribución Gumbel para estación Hacienda Palogrande

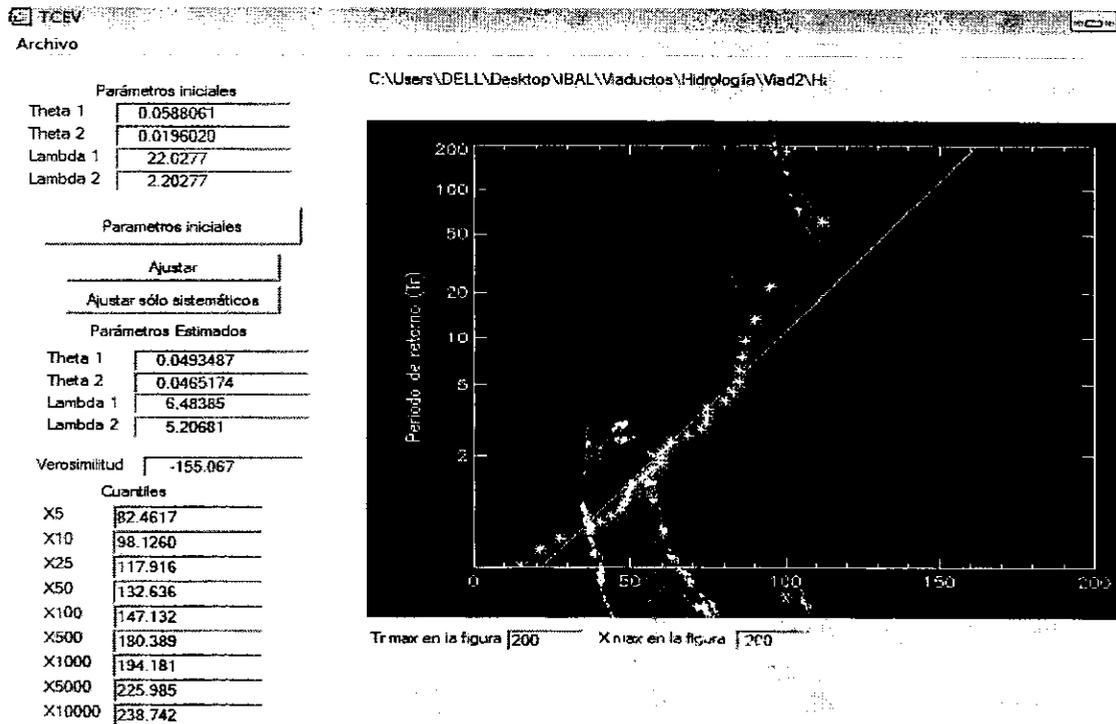


Figura 16. Ajuste de distribución TCEV para estación Hacienda Palogrande

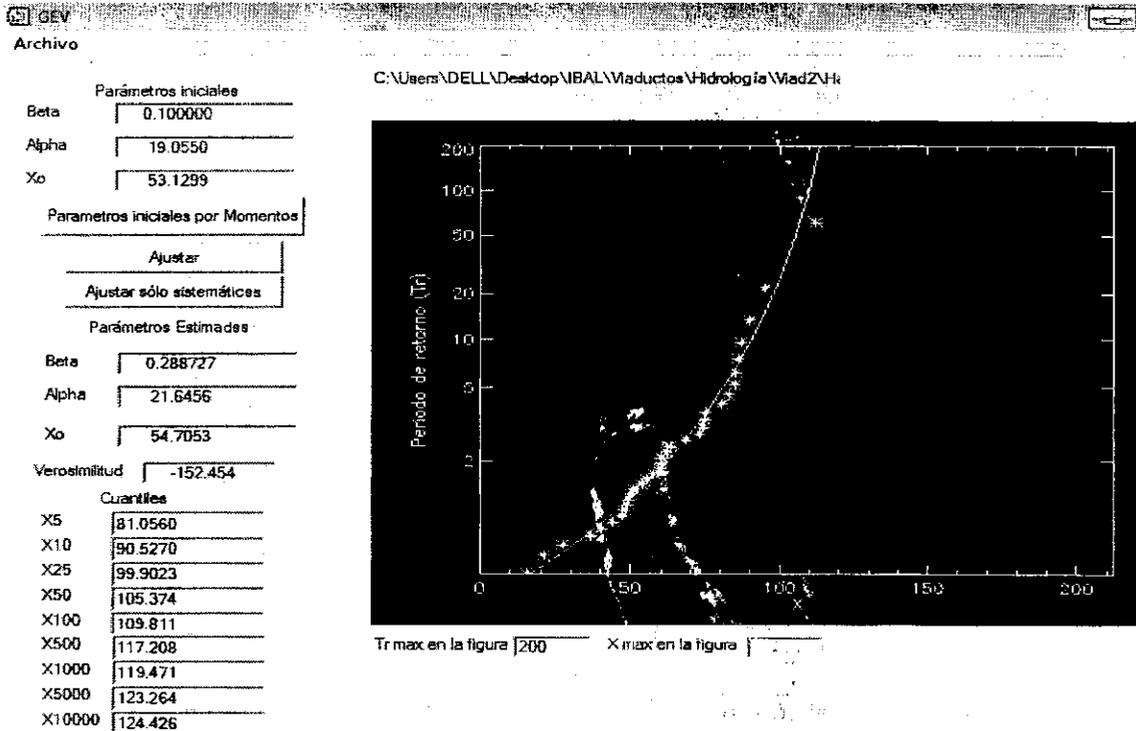


Figura 17. Ajuste de distribución GEV para estación Hacienda Palogrande

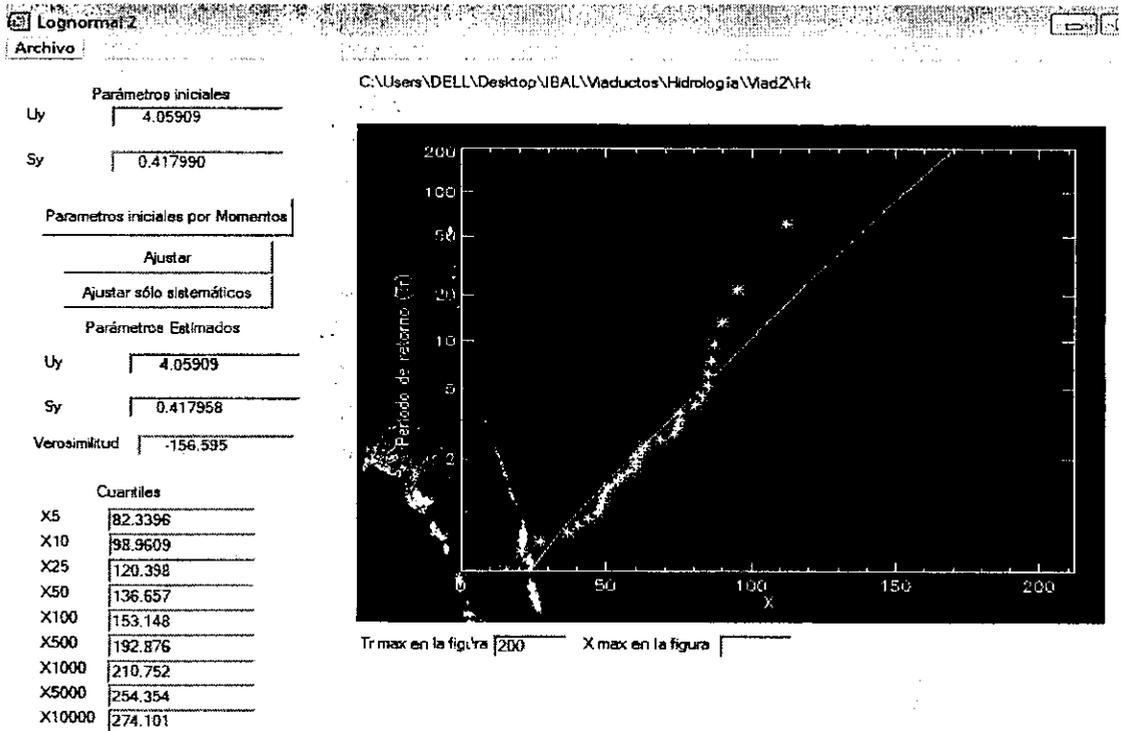


Figura 18. Ajuste de distribución Lognormal 2 para estación Hacienda Palgrande

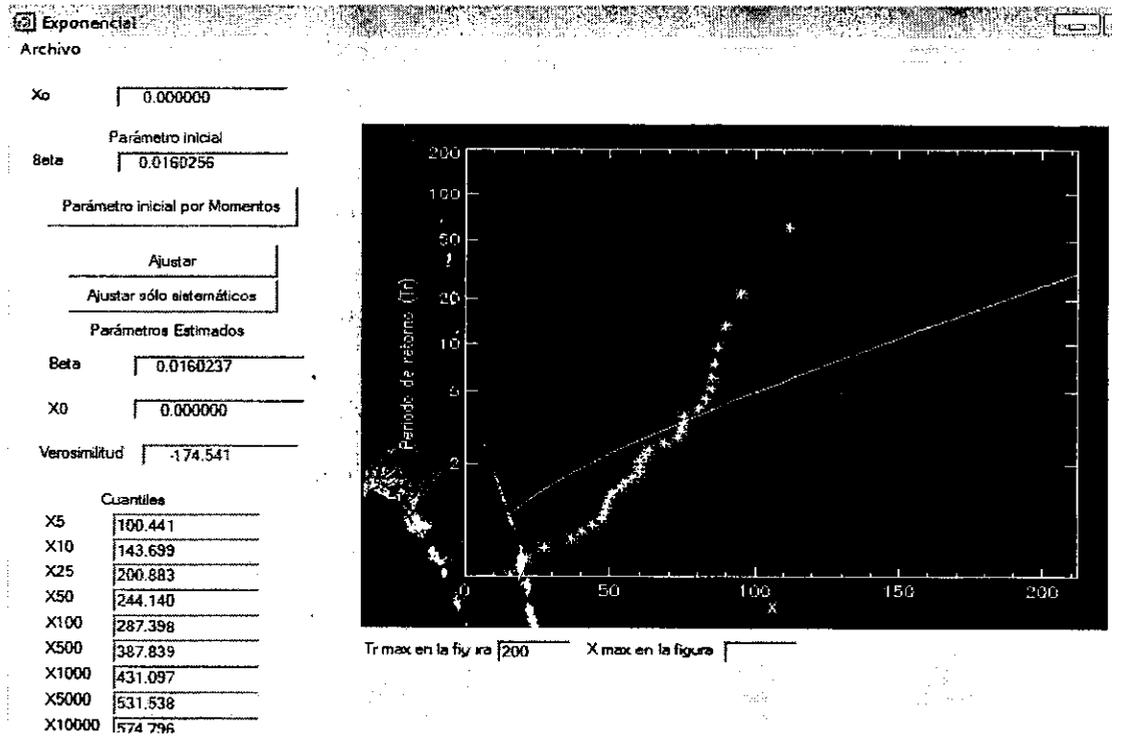


Figura 19. Ajuste de distribución Exponencial para estación Hacienda Palgrande

Según los valores que se obtuvieron de los ajustes, las funciones que mejor representan el comportamiento de los datos son: la GUMBEL y la GEV, con valores de verosimilitud de -155,047 y -152,454 respectivamente, el ajuste gráfico de ambas funciones también se considera el más acorde. Se toma la decisión de trabajar con la función GEV por su ajuste.

Los valores que se calculan a partir de la función GEV para los distintos periodos de retorno, se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 10. PPT para diferentes periodos de retorno según ajustes de FDP

Tr	5	10	25	50	100	500
PPT	81,056	90,527	99,902	105,374	109,81	123,264

8.2.2 Distribución de la precipitación en espacio y tiempo

La precipitación es un proceso atmosférico por el cual el agua es devuelta a la superficie terrestre, cumpliendo con el ciclo hidrológico. El estudio de las precipitaciones es básico dentro de cualquier estudio hidrológico regional, para cuantificar los recursos hídricos, puesto que constituyen la principal (en general la única) entrada de agua a una cuenca. Sin embargo, su estudio no suele ser sencillo, ya que este fenómeno varía en tiempo y en espacio, esto implica que no llueve con la misma intensidad todo el tiempo ni en toda el área de la cuenca.

Es por ello que es necesario realizar ajustes a las lluvias de diseño obtenidas a partir de las funciones de distribución de probabilidad, que permitan que se represente de una manera más cercana a la realidad el evento a modelar

8.2.2.1 Factor de reducción Areal (FRA)

El FRA Consiste en encontrar un valor porcentual de la precipitación media Areal calculada anteriormente en base a los datos históricos de la estación Hacienda Palogrande, este porcentaje corresponde al valor verdadero de esa lluvia que caería sobre toda la cuenca, considerando que no llueve en la totalidad de esta.

Para el cálculo del factor de reducción Areal, se utiliza la metodología propuesta por (Ana Beatriz Ortega Acacio, 2014). Se escoge esta metodología ya que los métodos gráficos, que son los más utilizados normalmente, son imprecisos para cuencas de pequeñas áreas (menores a 60 km²) además, es una metodología sencilla de aplicar que tiene en cuenta como parámetros la duración de la tormenta y el área de la cuenca. Para el cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$FRA = \frac{1}{1 + 7,75 * 10^{-4} * D^{-0,304} * A}$$

En donde:

D: Tiempo de concentración o duración de la tormenta en horas

A: Área de la cuenca en Km²

Al remplazar los datos en la ecuación se obtiene un valor de FRA igual a 0,99.

$$FRA = \frac{1}{1 + 7,75 * 10^{-4} * 15^{-0,304} * 2,03} = 0,999$$

Posteriormente se aplica el factor a la lluvia de diseño obtenida a partir del análisis probabilístico para diferentes periodos de retorno. Los valores mencionados se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Aplicación de FRA a la PPT de diseño

Tr	5	10	25	50	100	500
PPT	81,06	90,53	99,90	105,37	109,81	123,26
PPR*FRA	81,00	90,46	99,83	105,30	109,73	123,18

8.2.2.2 Factor de reducción temporal

El factor de reducción temporal es el más decisivo a la hora de encontrar una precipitación real en cuencas de áreas pequeñas, pues depende exclusivamente del tiempo de duración de una tormenta, que en este caso será de 60 minutos (60 minutos = 1 hora), el factor se refiere a la realidad en la cual es muy poco probable que la tormenta de diseño calculada como milímetros por día, se presente continuamente en las 24 horas en consideración, esto implicaría que una precipitación de diseño más realista podría ser intermitente en el día, o durar cierta fracción temporal en el día.

La obtención del FRT puede ser compleja en casos donde la información de datos es limitada, por lo tanto, para ello, se utilizó un método de tabla, presente en el "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008). Este documento da la oportunidad de encontrar el factor con base en el tiempo de concentración. En la Tabla 12 se presentan los valores propuestos.

Tabla 12. Factor de reducción temporal

Duración de la PPT en horas	Coefficiente
0	0
1	0,25
2	0,31
3	0,33
4	0,44
5	0,5
6	0,56
8	0,64
10	0,73
12	0,79
14	0,83
16	0,87
18	0,9
20	0,93
22	0,97
24	1
48	1,32

De esta manera, el coeficiente encontrado para pasar la PPT diaria, a una PPT con duración igual a una hora, en unidades de intensidad mm/hr es de 0,25. Los datos de precipitación, convertida en intensidad se observan en la Tabla 13.

Tabla 13. PPT con corrección temporal

	C (corrección temporal)	0,25				
PPT mm/día	81,00	90,46	99,83	105,30	109,73	123,18
P efectiva mm/hr	20,25	22,62	24,96	26,33	27,43	30,79

8.2.2.3 Hietograma de diseño

Como se ha mencionado anteriormente, la intensidad de la precipitación no es constante en el tiempo, con el objetivo de poder establecer un hietograma de diseño, que represente la variación de las tormentas en su tiempo de duración, se convirtió la PPT de mm/día a una intensidad en mm, para utilizar el dato de intensidad como insumo para la construcción de los hietogramas y obtener una lluvia distribuida en el tiempo. Para ello, se utiliza la metodología propuesta por (HUFF, 1990):

Modelo de Huff, Este modelo data del año 1967, Huff ensayó con 261 tormentas representativas en Estados Unidos, logrando dividir las en 4 grupos característicos de acuerdo al periodo en minutos en que ocurrió la mayor precipitación dentro del tiempo de duración de la tormenta. Las curvas adimensionales de precipitación de Huff, son hietogramas acumulados y adimensionales con probabilidades de ocurrencia, que van en aumentos de 10, desde 10% hasta 90%. Para el análisis de la información de precipitaciones, Huff categorizó las tormentas en cuartiles que dependían del cuarto del total de la duración del evento en el que se presentaba el mayor porcentaje de precipitación.

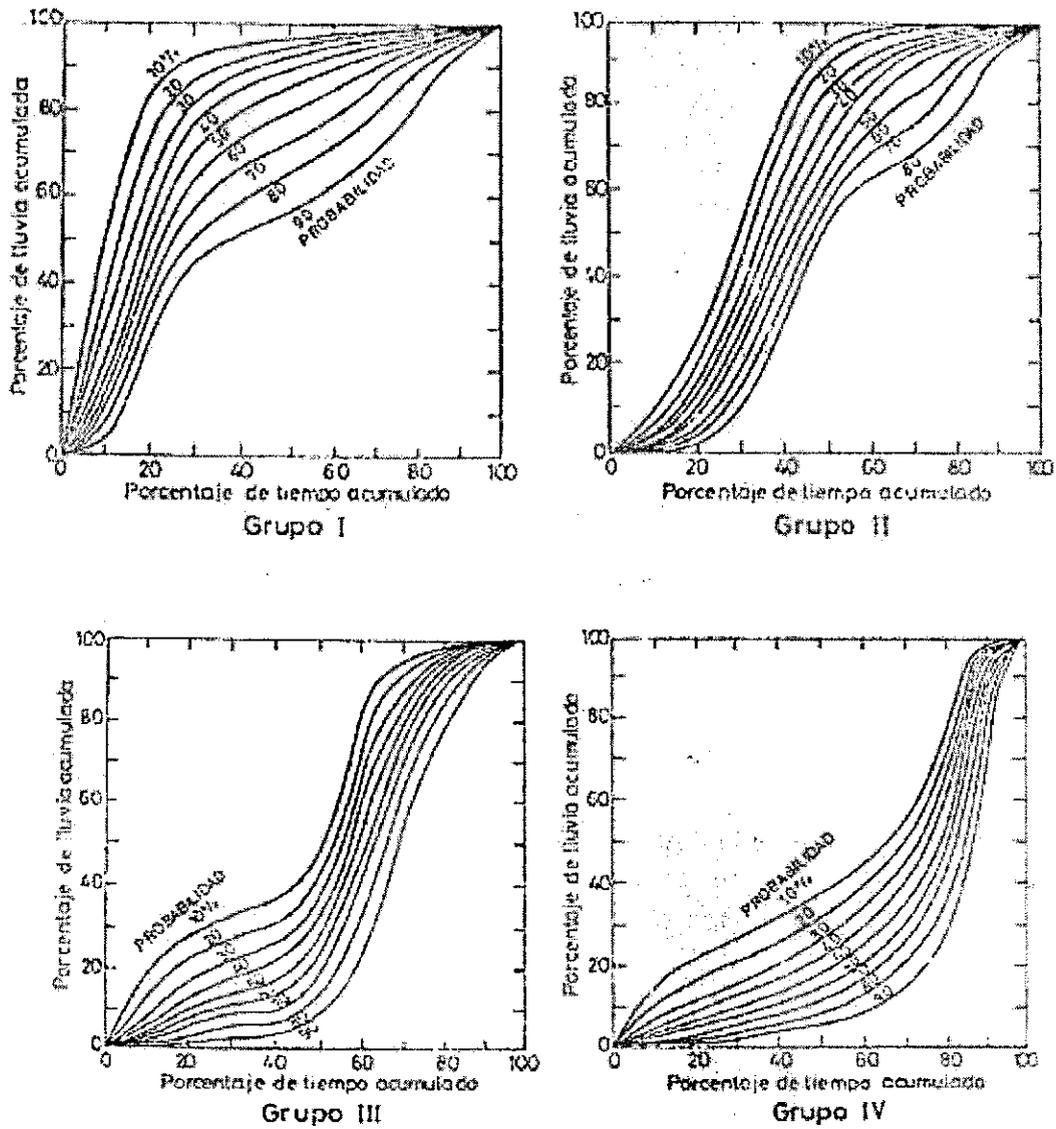


Figura 20. Distribuciones de tiempo para tormentas. Propuestas por Huff.

Información tomada de Huff-1990

Para la construcción del hietograma, se elige la segunda distribución, ya que describe de una mejor manera las lluvias de la región, y se trabaja con la curva para un 90 % de probabilidad de ocurrencia. Los valores para el hietograma se eligen a partir de la representación gráfica y obteniendo la siguiente tabla.

Tabla 14. Porcentajes distribución ii de Huff

% tiempo	% Ppt	Tiempo
0	0,00	0,00
10	0,02	0,10
20	0,03	0,20
30	0,10	0,30
40	0,30	0,40
50	0,54	0,50
60	0,63	0,60
70	0,69	0,70
80	0,79	0,80
90	0,91	0,90
100	1	1,00

Al multiplicar dichos porcentajes por la PPT corregida para cada periodo de retorno, se obtiene la precipitación acumulada según las duraciones, tal como se observa en Tabla 15 y en la

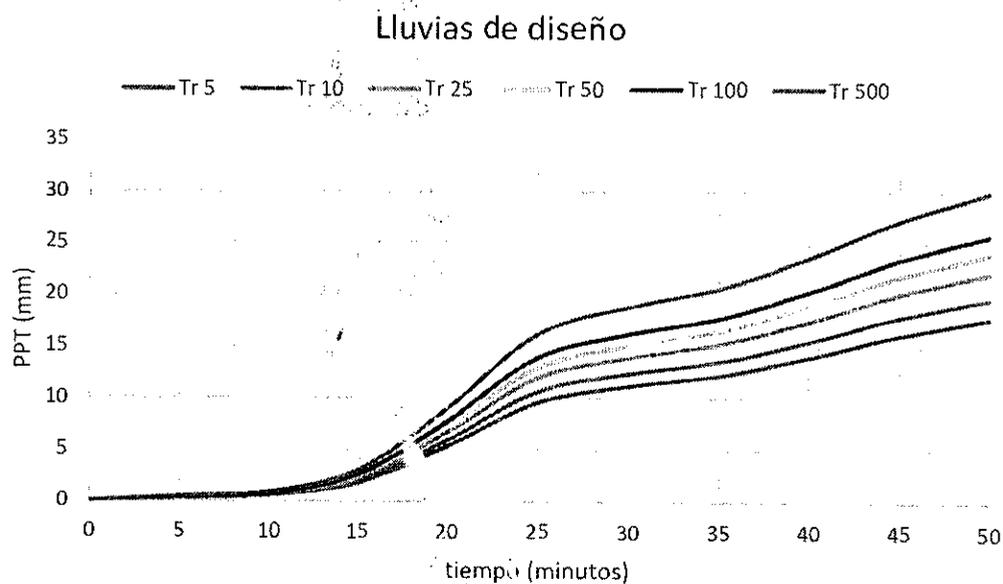


Figura 21. Posteriormente, se desagrega la lluvia para obtener la cantidad para cada intervalo y con esto, el histograma de diseño para cada periodo de retorno.

Tabla 15. PPT Acumulada según distribución ii de Huff

Tiempo	Tr 5	Tr 10	Tr 25	Tr 50	Tr 100	Tr 500
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,30	0,34	0,37	0,39	0,41	0,46
12,00	0,61	0,68	0,75	0,79	0,82	0,92
18,00	2,03	2,26	2,50	2,63	2,74	3,08
24,00	6,08	6,78	7,49	7,90	8,23	9,24
30,00	10,94	12,21	13,48	14,22	14,81	16,63
36,00	12,76	14,25	15,72	16,58	17,28	19,40
42,00	13,97	15,61	17,22	18,16	18,93	21,25
48,00	16,00	17,87	19,72	20,80	21,67	24,33
54	18,43	20,58	22,71	23,96	24,96	28,02
60	20,25	22,62	24,96	26,33	27,43	30,79

Lluvias de diseño

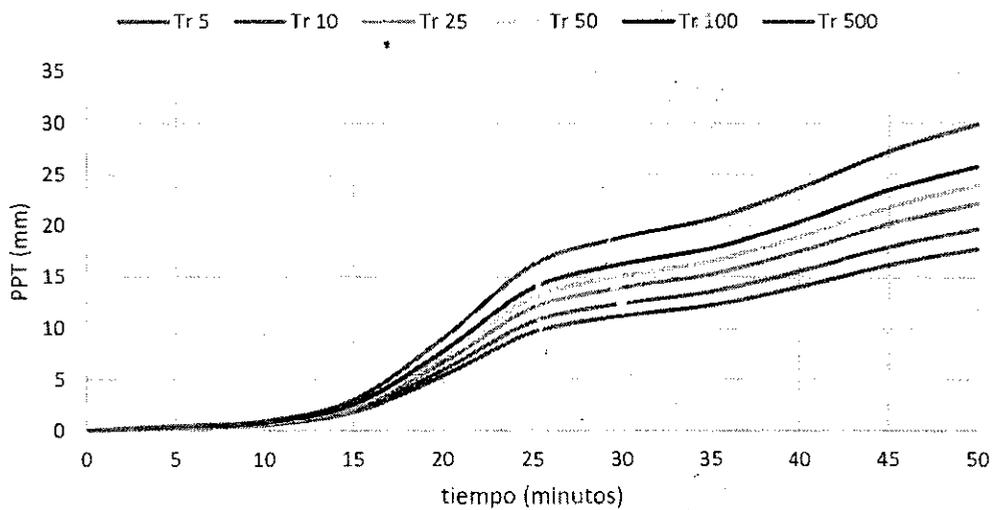


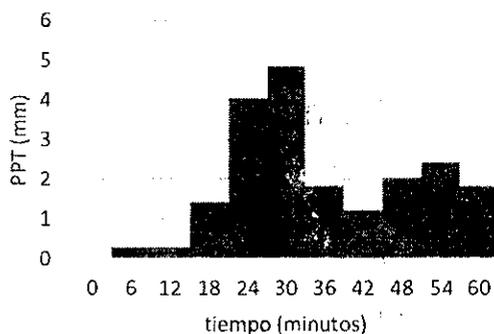
Figura 21. Lluvias de diseño acumuladas

A continuación, se muestran los hietogramas o (tormenta de diseño) obtenidas para cada periodo de retorno, y que posteriormente, serán insumo importante para la obtención los hidrogramas.

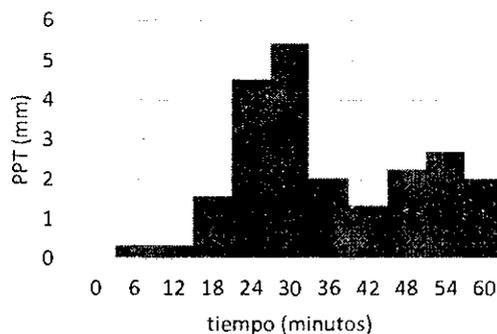
Tabla 16. Hietograma de diseño

Tiempo	Tr 5	Tr 10	Tr 25	Tr 50	Tr 100	Tr 500
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,30	0,34	0,37	0,39	0,41	0,46
12	0,30	0,34	0,37	0,39	0,41	0,46
18	1,42	1,58	1,75	1,84	1,92	2,16
24	4,05	4,52	4,99	5,27	5,49	6,16
30	4,86	5,43	5,99	6,32	6,58	7,39
36	1,82	2,04	2,25	2,37	2,47	2,77
42	1,22	1,36	1,50	1,58	1,65	1,85
48	2,03	2,26	2,50	2,63	2,74	3,08
54	2,43	2,71	2,99	3,16	3,29	3,70
60	1,82	2,04	2,25	2,37	2,47	2,77

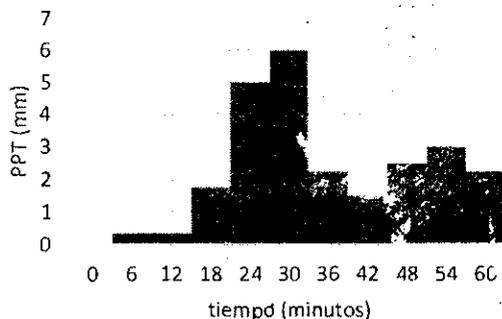
Hietograma Tr 5 años



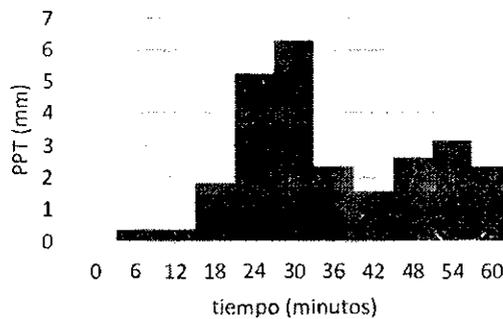
Hietograma Tr 10 años



Hietograma Tr 25 años



Hietograma Tr 50 años



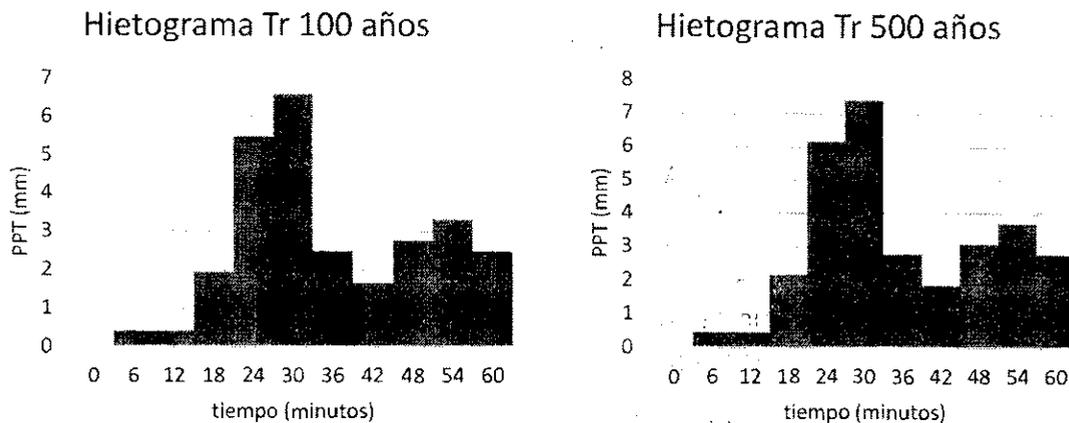


Figura 22. Hietogramas de diseño para cada periodo de retorno

8.2.3 Pérdidas por el número de curva

El número de curva es un parámetro hidrológico que permite caracterizar el potencial de escorrentía en una cuenca hidrográfica y se determina a partir de algunas características físicas del territorio como el tipo, la densidad y el tratamiento de las coberturas, así como el grupo hidrológico del suelo (Días Carvajal & Mercado Fénandez, 2017). Fue desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS) con el fin de estimar la escorrentía directa generada por un evento de lluvia

El número de curva determina para cada tipo de suelo y cobertura, un valor que indica que tan permeable o no es un terreno, dichos valores se obtienen de las tablas del NRCS. A partir de estos valores se realiza un ponderado con cada cobertura y tipo de suelo de la cuenca y se obtiene un número de curva final, que será utilizado para obtener las pérdidas al realizar la modelación hidrológica.

Para obtener el número de curva se clasifica la cuenca por tipo de cobertura, esto se puede observar en el siguiente gráfico.

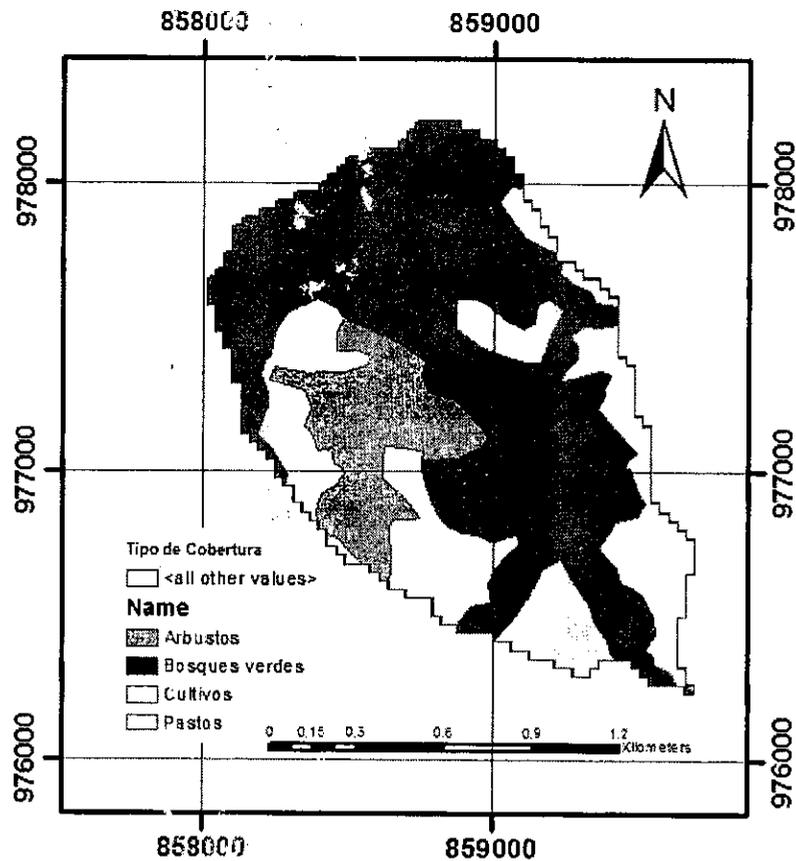


Figura 23. Mapa de número de curva de la cuenca

A cada tipo de cobertura y tipo de suelo se le asigna un número de curva, tomando como referencia los datos y tablas presentes en el Manual Nacional de Ingeniería (Departamento de agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales, 2017)

Finalmente se realiza un ponderado para obtener un número de curva final a partir del porcentaje de área que ocupe cada tipo de cobertura.

Tabla 17. Ponderado del número de curva

CUENCA				
Cobertura	Tipo de suelo	NC	Área	Ponderado
Arbustos	B	81	0,267	21,61

Bosques verdes	B	62	1 179	73,11
Cultivos	B	82	0,321	26,28
Pastos	B	81	0,262	21,19
NC ponderado				70,11

8.2.4 Hidrograma de diseño

Un hidrograma es una representación gráfica de la variación de un caudal con respecto al tiempo, que permite observar la forma en que varía el caudal, su tiempo y volumen pico. Es importante determinar el hidrograma de una cuenca, para poder describir la forma en que se presentará la escorrentía a partir de una tormenta de diseño.

Para cuencas que no poseen datos de medición de series de caudal, es posible utilizar hidrogramas sintéticos adaptados según parámetros morfométricos, tiempo de duración de la tormenta, datos de uso de cobertura, suelo y precipitación.

Para efectos de la presente modelación, se utilizó la metodología propuesta por el servicio de conservación de suelos de Estados Unidos el SCS, para obtener el hidrograma de diseño para las tormentas en sus diferentes periodos de retorno. Para ello se empleó el programa HEC-HMS, que es un programa que calcula hidrogramas producidos por una cuenca, ingresando parámetros de la cuenca y datos de precipitación.

Los parámetros introducidos al modelo son los anteriormente calculados en el presente informe, y corresponden a el área de la cuenca, el tiempo de concentración, los hietogramas de diseño, la duración de la tormenta, el tiempo lag (que es aproximadamente igual a $0,6 \times$ tiempo de duración. Por tanto, $0,6 \times 60 = 36$ min), y finalmente, el número de curva.

Los resultados de la modelación en HEC-HMS se presentan a continuación.

Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 10 años.

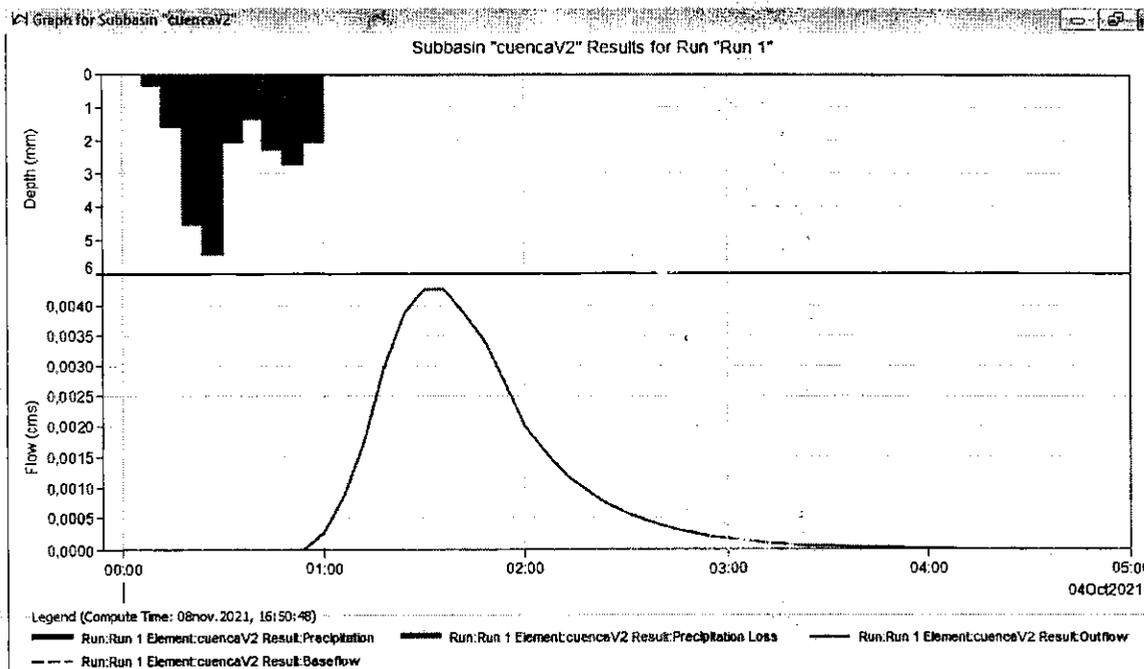


Figura 24. Hidrograma Tr 10 años

Fecha	Tiempo	PPT (mm)	Perdidas (mm)	Exceso (mm)
04oct.2021	00:00			
04oct.2021	00:06	0,34	0,34	0
04oct.2021	00:12	0,34	0,34	0
04oct.2021	00:18	1,58	1,58	0
04oct.2021	00:24	4,52	4,52	0
04oct.2021	00:30	5,43	5,43	0
04oct.2021	00:36	2,04	2,04	0
04oct.2021	00:42	1,36	1,36	0
04oct.2021	00:48	2,26	2,26	0
04oct.2021	00:54	2,71	2,71	0
04oct.2021	01:00	2,04	2,03	0,01

Tabla 18. Datos hidrograma Tr 10 años

Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 25 años

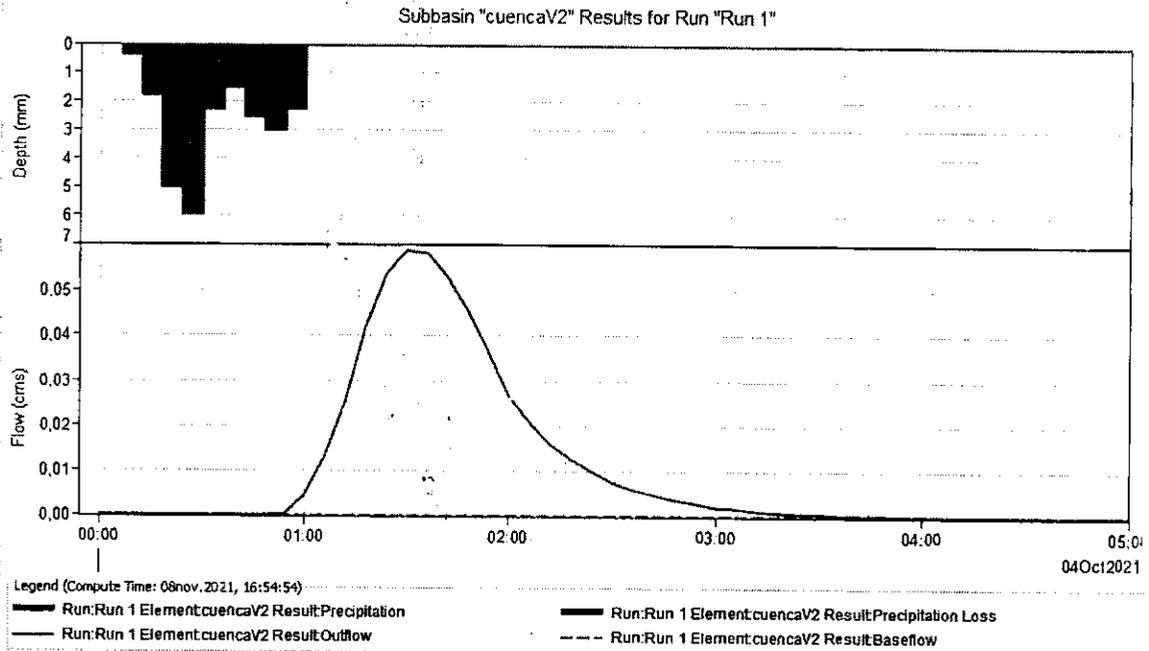


Figura 25. Hidrograma Tr 25 años

Tabla 19. Datos hidrograma Tr 25 años

Fecha	Tiempo	PPT (mm)	Perdidas (mm)	Exceso (mm)	Flujo Directo (m3/s)	Flujo Total (m3/s)
04oct.2021	00:06	0,37	0,37	0	0	0
04oct.2021	00:12	0,37	0,37	0	0	0
04oct.2021	00:18	1,75	1,75	0	0	0
04oct.2021	00:24	4,99	4,99	0	0	0
04oct.2021	00:30	5,99	5,99	0	0	0
04oct.2021	00:36	2,25	2,25	0	0	0
04oct.2021	00:42	1,5	1,5	0	0	0
04oct.2021	00:48	2,5	2,5	0	0	0
04oct.2021	00:54	2,99	2,98	0,01	0	0
04oct.2021	01:00	2,25	2,17	0,08	0	0
04oct.2021	01:06	0	0	0	0	0
04oct.2021	01:12	0	0	0	0	0
04oct.2021	01:18	0	0	0	0	0
04oct.2021	01:24	0	0	0	0,1	0,1
04oct.2021	01:30	0	0	0	0,1	0,1
04oct.2021	01:36	0	0	0	0,1	0,1
04oct.2021	01:42	0	0	0	0,1	0,1
04oct.2021	01:48	0	0	0	0	0
04oct.2021	01:54	0	0	0	0	0
04oct.2021	02:00	0	0	0	0	0

Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 50 años

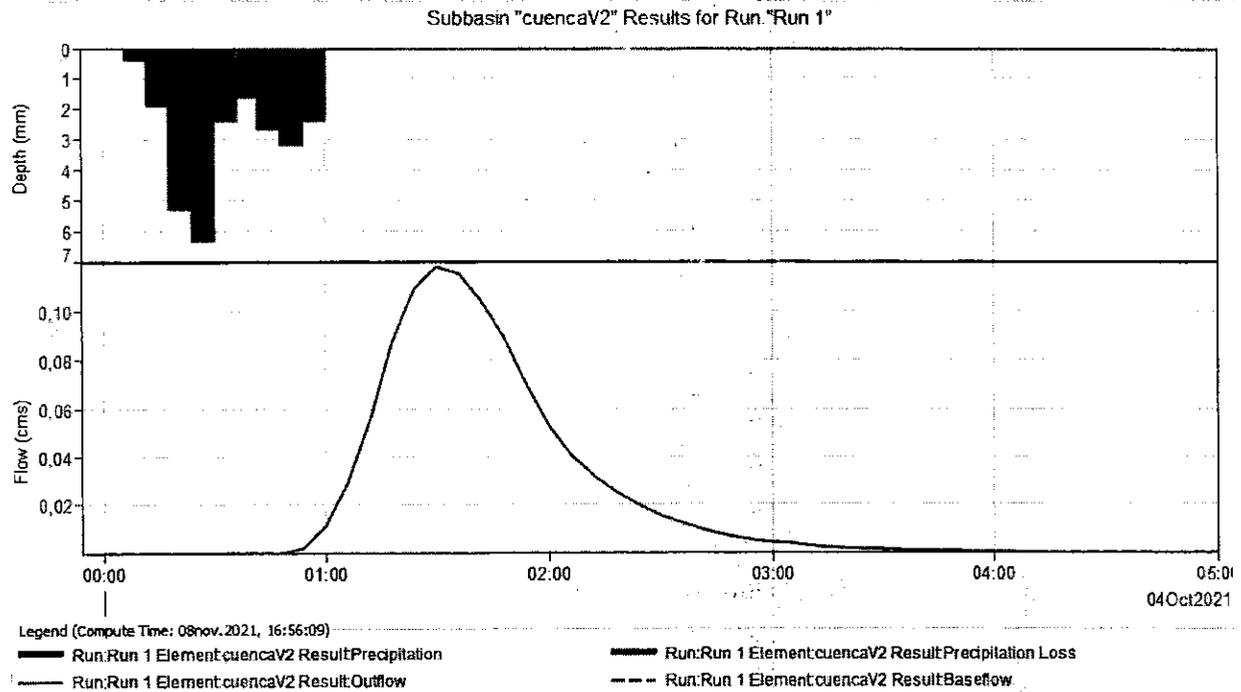


Figura 26. Hidrograma Tr 50 años

Tabla 20. Datos Hidrograma Tr 50 años

Fecha	Tiempo	PPT (mm)	Perdidas (mm)	Exceso (mm)	Flujo Directo (m3/s)	Flujo Base (m3/s)	Flujo Total (m3/s)
04oct.2021	00:00				0	0	0
04oct.2021	00:06	0,39	0,39	0	0	0	0
04oct.2021	00:12	0,39	0,39	0	0	0	0
04oct.2021	00:18	1,84	1,84	0	0	0	0
04oct.2021	00:24	5,27	5,27	0	0	0	0
04oct.2021	00:30	6,32	6,32	0	0	0	0
04oct.2021	00:36	2,37	2,37	0	0	0	0
04oct.2021	00:42	1,58	1,58	0	0	0	0
04oct.2021	00:48	2,63	2,63	0	0	0	0
04oct.2021	00:54	3,16	3,12	0,04	0	0	0
04oct.2021	01:00	2,37	2,23	-0,14	0	0	0
04oct.2021	01:06	0	0	0	0	0	0
04oct.2021	01:12	0	0	0	0,1	0	0,1
04oct.2021	01:18	0	0	0	0,1	0	0,1

Fecha	Tiempo	PPT (mm)	Perdidas (mm)	Exceso (mm)	Flujo Directo (m3/s)	Flujo Base (m3/s)	Flujo Total (m3/s)
04oct.2021	01:24	0	0	0	0,1	0	0,1
04oct.2021	01:30	0	0	0	0,1	0	0,1
04oct.2021	01:36	0	0	0	0,1	0	0,1
04oct.2021	01:42	0	0	0	0,1	0	0,1
04oct.2021	01:48	0	0	0	0,1	0	0,1
04oct.2021	01:54	0	0	0	0,1	0	0,1
04oct.2021	02:00	0	0	0	0,1	0	0,1
04oct.2021	02:06	0	0	0	0	0	0

Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 100 años

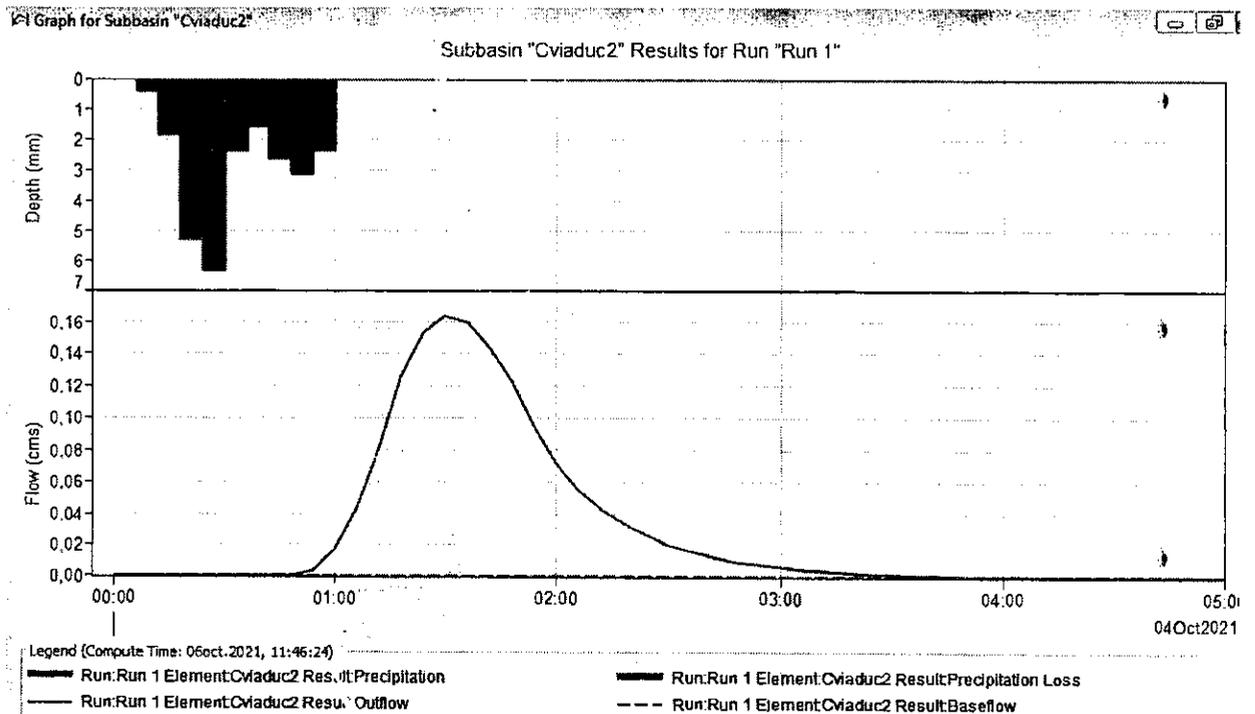


Figura 27. Hidrograma Tr 100 años

Tabla 21. Datos Hidrograma Tr 100 años

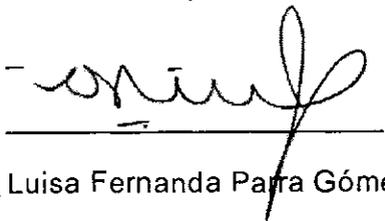
Fecha	Tiempo	PPT (mm)	Perdidas (mm)	Exceso (mm)	Flujo Directo (m3/s)	Flujo Total (m3/s)
04oct.2021	00:00				0	0
04oct.2021	00:06	0,41	0,41	0	0	0
04oct.2021	00:12	0,41	0,41	0	0	0
04oct.2021	00:18	1,92	1,92	0	0	0
04oct.2021	00:24	5,49	5,49	0	0	0
04oct.2021	00:30	6,58	6,58	0	0	0
04oct.2021	00:36	2,47	2,47	0	0	0
04oct.2021	00:42	1,65	1,65	0	0	0
04oct.2021	00:48	2,74	2,74	0	0	0
04oct.2021	00:54	3,29	3,2	0,09	0	0
04oct.2021	01:00	2,47	2,28	0,19	0	0
04oct.2021	01:06	0	0	0	0	0
04oct.2021	01:12	0	0	0	0,1	0,1
04oct.2021	01:18	0	0	0	0,1	0,1
04oct.2021	01:24	0	0	0	0,2	0,2
04oct.2021	01:30	0	0	0	0,2	0,2
04oct.2021	01:36	0	0	0	0,2	0,2
04oct.2021	01:42	0	0	0	0,2	0,2
04oct.2021	01:48	0	0	0	0,1	0,1
04oct.2021	01:54	0	0	0	0,1	0,1
04oct.2021	02:00	0	0	0	0,1	0,1
04oct.2021	02:06	0	0	0	0,1	0,1
04oct.2021	02:12	0	0	0	0	0
04oct.2021	02:18	0	0	0	0	0

9 Conclusiones

- La cuenca del viaducto No. 2, afluente del río Cocora, es una cuenca de tamaño pequeño, teniendo un área de $2,02 \text{ km}^2$, que se encuentra rodeada de vegetación densa, lo que favorece la preservación del recurso hídrico en cantidad y calidad. La cuenca presenta pendientes altas en su parte media, y medias en su parte baja y alta, su curva hipsométrica muestra una tendencia al equilibrio, por lo que se puede considerar como una cuenca madura que se acerca al equilibrio entre el sedimento que transporta y deposita.
- Los datos de precipitación con quienes se cuenta para el análisis de las lluvias poseen más de 34 años de datos y una confiabilidad alta según el IDEAM quien es el organismo que los monitorea.
- Es importante aclarar que el método racional utilizado para el cálculo del caudal es un método para caudales máximos y, por tanto, tiende a sobreestimar el valor real del resultado. El caudal obtenido representa un aproximado del caudal que maneja la quebrada en el punto de paso del Viaducto No. 2 con un periodo de retorno de 25 años, su valor de $6,37 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Para una obra hidráulica, según el RAS 2017, se toma un periodo de retorno de 25 años, por tanto, son los datos que se tendrán en cuenta para el caudal final, sin embargo se realizaron modelaciones con periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años.
- Se considera más preciso el método del hidrograma unitario del SCS, ya que considera más factores para el cálculo final del caudal, además de distribuirlo en el tiempo de duración de la tormenta. Para el periodo de retorno de 25 años se obtiene un caudal total de $0,4 \text{ m}^3$, es decir 400 Litros, y un caudal pico de 59 litros en el tiempo de duración del evento.

10 Bibliografía

- Ana Beatriz Ortega Acacio, M. Á. (2014). Regionalización de factores de reducción por área en una cuenca hidrográfica de Venezuela. *INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL*, 94-106.
- Días Carvajal, Á., & Mercado Fénandez, T. (2017). Determinación del número de curva en la subcuenca de Betancí (Córdoba, Colombia) mediante teledetección y SIG. *Ingeniería y desarrollo*.
- HUFF, F. A. (1990). Time Distributions of Heavy Rainstorms.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú. (2008). *MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE*.
- Ministerio de Ambiente, Asocars, CORTOLIMA, Ordenando Nuestra Cuenca. Sub-proyecto Formulación Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Rio Gualí, Departamento del Tolima, Agosto 2014.
- NRCS, "Hydrologic soil-cover complexes", in Part 630 Hydrology National Engineering Handbook, Natural Resources Conservation Service, Ed. USA: USDA, 2004, cap. 9, pp. 1-3.
- Témez, J 1978, Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales, Dirección General de Carreteras, Madrid, España, 111 pp.
- VARGAS, Rodrigo y DÍAZ-GRANADOS, Mario., Curvas Sintéticas de Intensidad Duración-Frecuencia para Colombia, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Los Andes, Julio 1998.
- Es el informe,



Luisa Fernanda Parra Gómez

Ingeniera Civil

Especialista en Ingeniería Hidráulica y Ambiental

M.P. No. 051037-0504330

Análisis Geomorfológico e Hidrológico

sub-cuenca del Río Cocora

Punto Viaducto No. 6

2021

Tabla de contenido

1.	Introducción	5
2.	Alcance	6
3.	Localización de la cuenca del río Coello-Viaducto 6.....	7
4.	Caracterización de la Micro-Cuenca.....	8
5.	Clima Regional, Zona Andina.....	12
6.	Recopilación de datos de Estaciones.....	13
6.1	Recopilación de datos de precipitación	13
6.2	Datos de temperatura	17
	19
7.1	Tiempo de concentración.....	21
7.2	Curva IDF	22
	Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad - duración - frecuencia (IDF) para Colombia	22
7.3	Coefficiente de escorrentía para el método racional	24
7.4	Caudal por el método Racional.....	26
8.1	Estimación de caudal por análisis probabilísticos	28
8.1.1	Funciones de distribución de probabilidad.....	28
8.1.2	Distribución de la precipitación en espacio y tiempo	32
8.1.2.1	Factor de reducción Areal (FRA)	33
8.1.2.2	Factor de reducción temporal	34
8.1.2.3	Hietograma de diseño.....	35
8.1.3	Pérdidas por el número de curva	40
8.1.4	Hidrograma de diseño	42
	Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 5 años	43
	Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 25 años	45
	Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 50 años	47
	Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 100 años.....	49
8	Conclusiones.....	51
9.	Bibliografía.....	53

Tabla de Tablas

Tabla 1. Parámetros fisiomorfológicos de la cuenca Rio Cócora – Viaducto 6.....	11
Tabla 2. Datos Estación Hacienda Palogrande.....	13
Tabla 3. Datos Estación Hacienda Cucuana.....	13
Tabla 4. Lluvia máxima de las estaciones por año.....	14
Tabla 5. Lluvia diaria máxima por año.....	16
Tabla 6. Datos de la estación Climatológica Hacienda Cucuana.....	18
Tabla 7. Valores de temperatura.....	18
Tabla 8. Parámetros para la región Andina.....	23
Tabla 9. Valores de la curva IDF para la cuenca del río Cocora.....	23
Tabla 10. Método Prevet para coeficiente de escorrentía.....	25
Tabla 11. Datos Para método Racional.....	27
Tabla 12. PPT para diferentes periodos de retorno según ajustes de FDP.....	32
Tabla 13. Aplicación de FRA a la PPT de diseño.....	33
Tabla 14. Factor de reducción temporal.....	34
Tabla 15. PPT con corrección temporal.....	35
Tabla 16. Porcentajes distribución ii de Huff.....	37
Tabla 17. PPT Acumulada según distribución ii de Huff.....	37
Tabla 18. Hietograma de diseño.....	38
Tabla 19. Ponderado del número de curva.....	41
Tabla 20. Datos hidrograma Tr 5 años.....	43
Tabla 20. Datos hidrograma Tr 25 años.....	45
Tabla 20. Datos hidrograma Tr 50 años.....	47
Tabla 20. Datos hidrograma Tr 100 años.....	49

Tabla de Figuras

Figura 1. Localización Sub-cuenca Río Cocora	7
Figura 2. Mapa de alturas cuenca Rio Cócora – Viaducto 6.....	8
Figura 3. Mapa de pendientes de la cuenca Rio Cócora – Viaducto 6	9
Figura 4. Mapa de distribución de áreas acumuladas de la cuenca Rio Cócora – Viaducto 6	10
Figura 5. Curva hipsométrica de la cuenca Rio Cócora – Viaducto 6.....	10
Figura 6. Estaciones y polígonos de Thiessen	15
Figura 7. Distribución temporal de precipitación.....	17
Figura 8 . Distribución temporal de la temperatura mínima diaria	19
Figura 9 . Distribución temporal de la temperatura medie diaria	19
Figura 10 . Distribución temporal de la temperatura máxima diaria.....	20
Figura 11. Tiempo de concentración.....	21
Figura 12. Curva IDF para la cuenca del río Cocora	24
Figura 13 . Mapa de suelos cuenca del río cocóra.....	25
Figura 14. Serie de datos de PPT y estadísticas.....	29
Figura 15. Ajuste de distribución Gumbel para la serie de datos.....	29
Figura 16. Ajuste de distribución TCEV para la serie de datos.....	30
Figura 17. Ajuste de distribución GEV para la serie de datos.....	30
Figura 18. Ajuste de distribución Lognormal 2 para la serie de datos	31
Figura 19. Ajuste de distribución SQRT-ET para la serie de datos.....	31
Figura 20. Distribuciones de tiempo para tormentas. Propuestas por Huff.	36
Figura 21. Lluvias de diseño acumuladas	38
Figura 22. Hietogramas de diseño para cada periodo de retorno.....	39
Figura 23. Mapa de número de curva de la cuenca	40
Figura 24. Hidrograma Tr 5 años	43
Figura 24. Hidrograma Tr 25 años	45
Figura 24. Hidrograma Tr 50 años	47
Figura 24. Hidrograma Tr 100 años	49

1. Introducción

El análisis geomorfológico de una cuenca es importante en la medida que permite caracterizarla y vislumbrar el tipo de respuesta que esta tendría ante diferentes eventos de precipitación, según factores como su pendiente, mapa de elevación, curva hipsométrica, área, longitud y ancho, entre otras. Además, es un insumo indispensable al momento de hablar de la hidrología de una cuenca, ya que permite, calcular parámetros como su tiempo de concentración, y sumándole datos de precipitación, es posible obtener la intensidad y de ella los hietogramas de diseño o/y su caudal de diseño.

El objetivo del presente informe, es realizar una caracterización geomorfológica que eventualmente permita obtener el caudal de la sub-Cuenca en el punto donde se ubica el viaducto No. 6 en el municipio de Ibagué-Tolima, dato que es importante en la elaboración de los respectivos diseños.

A continuación, se presentan los cálculos, gráficos y parámetros obtenidos al realizar el estudio hidrológico de la cuenca delimitada por el viaducto No. 6.

2. Alcance

Mediante el presente informe se pretende dar cumplimiento a compromisos adquiridos mediante el contrato 064 del 06 de mayo del 2021. En este documento se realiza un estudio hidrológico de la sub-cuenca al punto del viaducto No. 6, con el fin de determinar caudales del drenaje que permitan determinar la ubicación adecuada para el viaducto.

3. Localización de la cuenca del río Coello-Viaducto 6

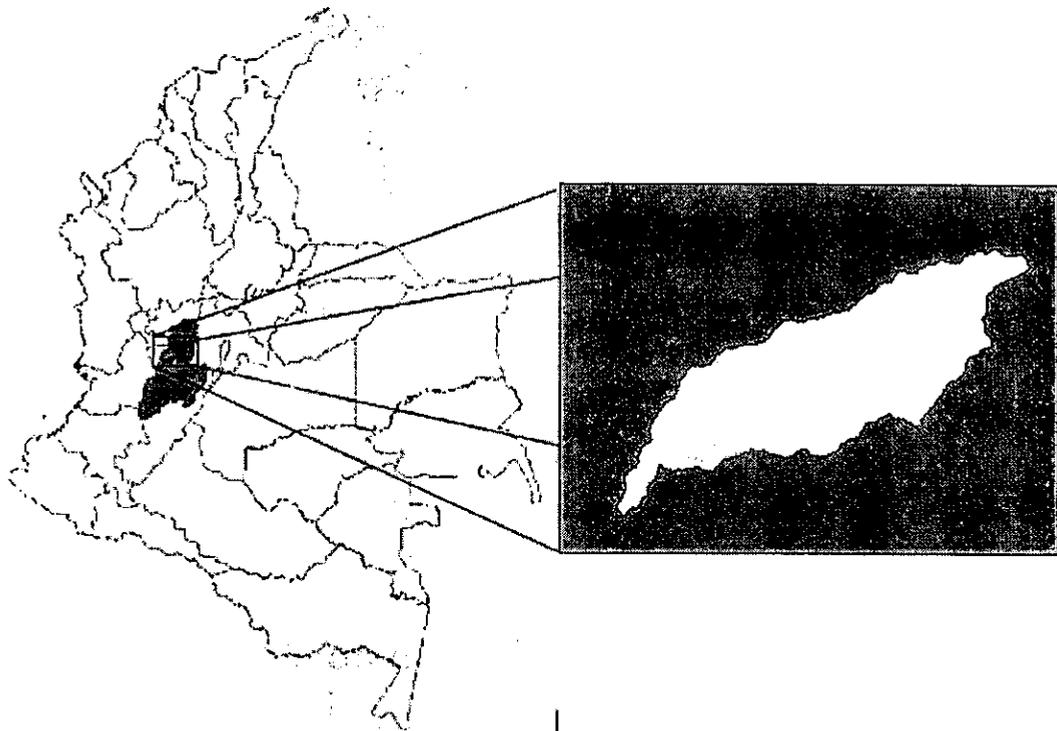


Figura 1. Localización Sub-cuenca Río Cocora

La micro-cuenca del drenaje que pasa por el viaducto No. 6 se encuentra ubicada en la vertiente oriental de la cordillera central, en el municipio de Ibagué, con un área de aproximadamente 161,66 km², su ubicación en el departamento se observa en la figura No. 1, el punto de cierre tiene como coordenadas 4.400493° Latitud, -75.294276° Longitud.

4. Caracterización de la Micro-Cuenca

Para la caracterización y parametrización de la cuenca, se realizó un análisis partiendo del mapa de pendientes, dirección de flujos y flujos acumulados, quienes fueron calculados a partir del modelo de elevación digital del terreno (MDT) de la NASA (con resolución de 30mx30m).

En la Figura 2 se observa el mapa de alturas de la cuenca, donde se aprecia su carácter montañoso en la parte alta, esto produce pendientes medias en la extensión de la cuenca, tal como se puede inferir de la Figura 3. Las pendientes medias influyen en la velocidad del flujo y ello determina la capacidad de arrastre de sedimentos.

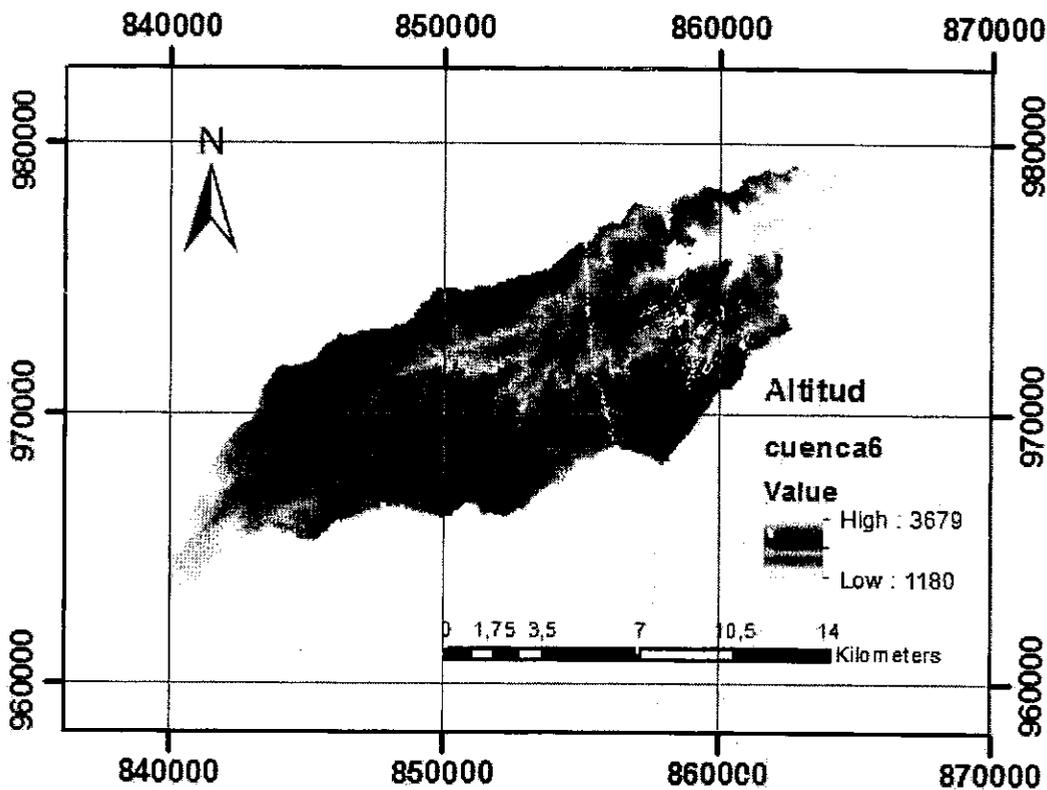


Figura 2. Mapa de alturas cuenca Río Cócora - Viaducto 6

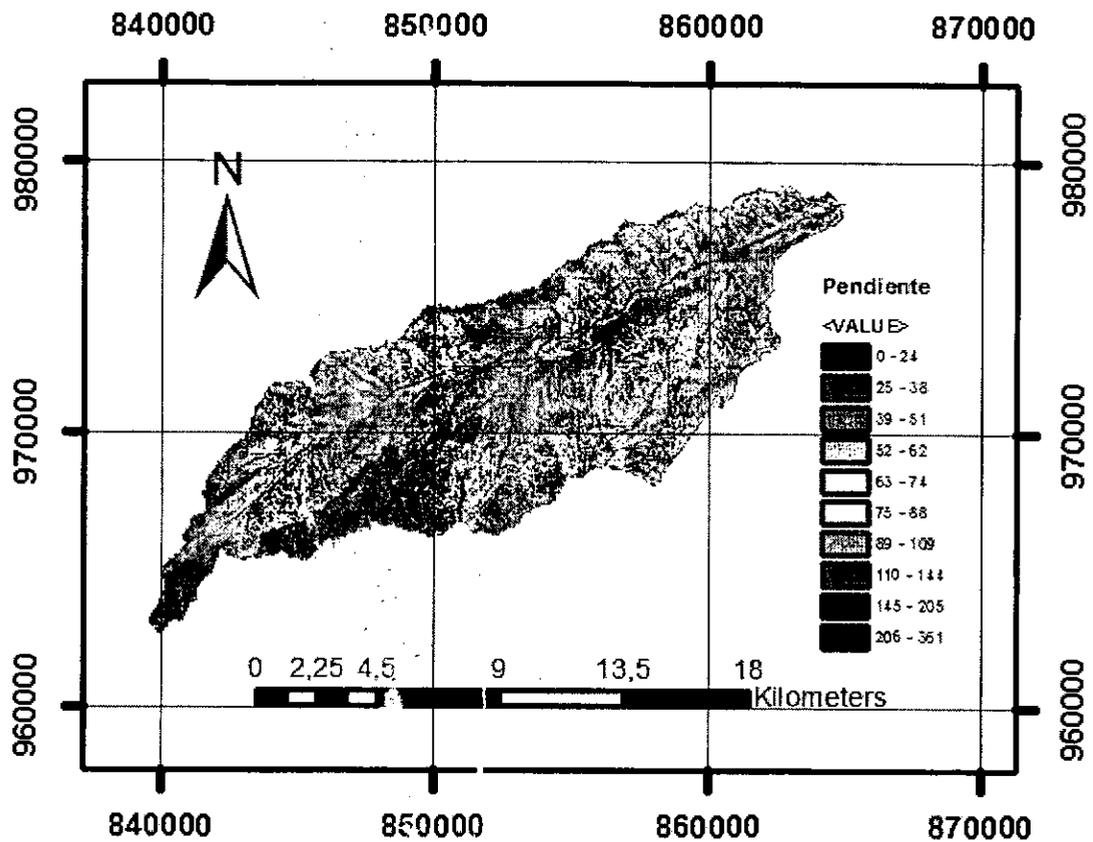


Figura 3. Mapa de pendientes de la cuenca Rio Cócora – Viaducto 6

A continuación, se presenta el mapa de áreas utilizado para la construcción de la curva hipsométrica de la cuenca en la Figura 4, quien representa una distribución de área acumulada en contraste con la elevación, y clasifica una cuenca según su forma, como cuenca joven con desequilibrio y potencial erosivo, cuenca madura en equilibrio, y como cuenca vieja con desequilibrio y deposición de sedimentos.

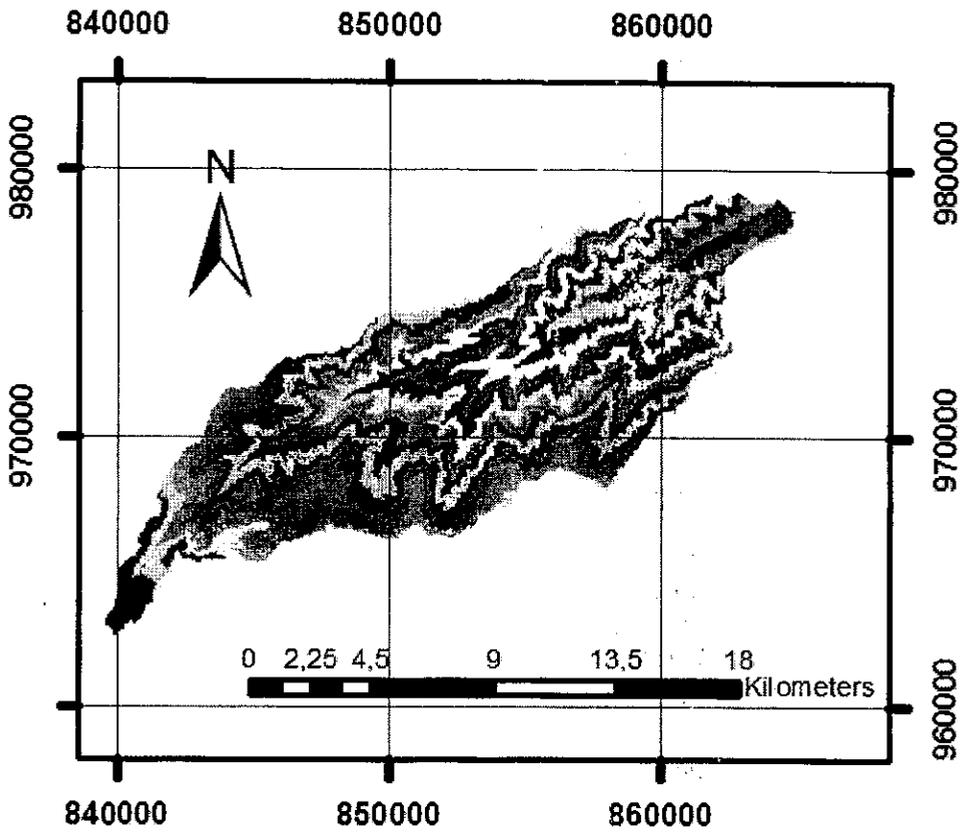


Figura 4. Mapa de distribución de áreas acumuladas de la cuenca Rio Cócora – Viaducto 6

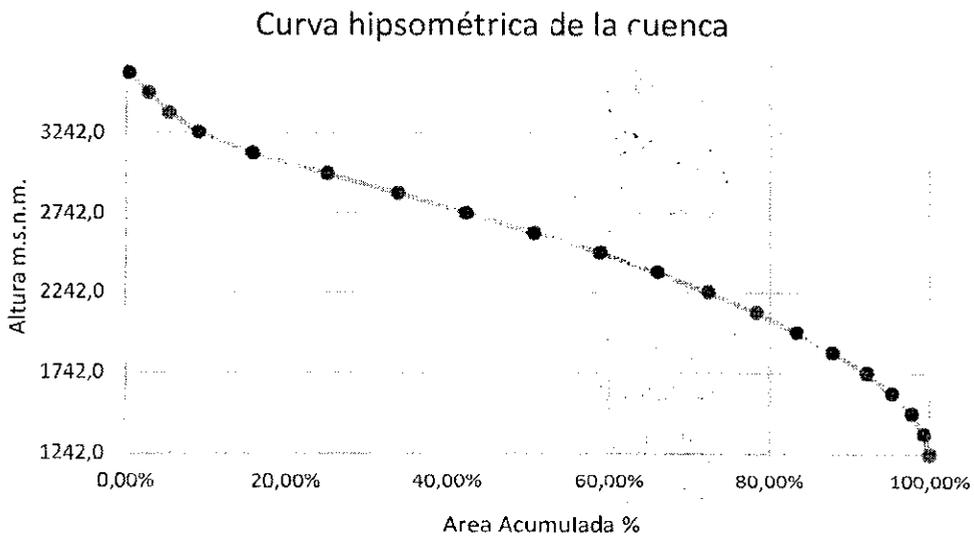


Figura 5. Curva hipsométrica de la cuenca Rio Cócora – Viaducto 6

La curva hipsométrica de la Subcuenca del viaducto 6, representada por la Figura 5, refleja la madurez de la cuenca, y su forma la identifica como una cuenca cercana al equilibrio, esto quiere decir que existe un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale.

A partir de los mapas anteriormente nombrados se obtuvieron los parámetros fisiomorfométricos necesarios para la posterior modelación hidrológica de la cuenca. Los parámetros se encuentran consignados en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros fisiomorfométricos de la cuenca Rio Cócora – Viaducto 6

Área cuenca	Km ²	161,661
Perímetro	Km	97,62
Cota máxima de la cuenca	msnm	3688,27
Cota de salida	msnm	1180
Xcentroide cuenca	m	852536
Ycentroide cuenca	m	971177
Zcentroide cuenca	msnm	2638,05
DA (cota max - cota min)	m	2508,27
Índice de Compacidad o de GRAVELIUS	Un	2,15
pendiente media cuenca (%)	%	12,69
altura más frecuente	msnm	2992,0
altura promedio	msnm	2429,50
longitud de cuenca	km	29,70
longitud del cauce principal	km	34,68

5. Clima Regional, Zona Andina

En la zona Andina concurren gran variedad de climas, debido a sus diferencias de altiplanicie tiene sus condiciones climáticas particulares, donde variables como el calor solar, los vientos, la humedad del aire, las lluvias y principalmente a la altitud la definen. En la región se tienen cinco pisos térmicos: cálido, templado, frío, páramo y helado, caracterizado por sus picos, nevados en sus cordilleras.

En cuanto a las lluvias, hay dos épocas principales al año: de abril a mayo y de octubre a noviembre. Un determinante de la precipitación es la temperatura sobre la región en estos periodos, ya que cuando la tierra recibe más calor, aumenta la temperatura y por consiguiente el régimen de lluvias. Otra causa de las precipitaciones en la región es la humedad que traen consigo los vientos procedentes de los Océanos Pacífico y Atlántico y que es recibida en las vertientes exteriores de las montañas; los vientos del Pacífico empujan las nubes hacia la cordillera Occidental y al encontrar esta barrera ascienden, al llegar capas de aire más frías, se condensan y se convierten en pequeñas gotas de lluvia, las cuales se precipitan sobre la vertiente exterior de la cordillera.

El departamento del Tolima cuenta con pisos térmicos desde los cálidos, hasta las nieves. Sus principales alturas son el Nevado del Tolima, con temperaturas muy frías de los páramos (cordillera central), la temperatura disminuye cuando aumenta la altura sobre el nivel del mar, más o menos a una tasa de 0,53 grados centígrados por cada 100 metros de ascenso (5,3°C/Km). Los sectores más lluviosos. La precipitación promedio del tramo vial ronda los 1600 mm anuales.

6. Recopilación de datos de Estaciones

Para la modelación hidrológica de la cuenca del viaducto No. 6, se recopilamos datos de 18 estaciones, entre pluviométricas, climatológicas y limnimétricas provenientes del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Para el proceso de descarga de datos se seleccionaron las estaciones más cercanas a las cuencas de estudio, posteriormente se organiza la información y se realiza un análisis de calidad de datos con el fin de observar los periodos con mejor información y en los cuales se tuvieran datos de PPT y Temperatura.

6.1 Recopilación de datos de precipitación

Para la recopilación de datos de precipitación se utilizaron las estaciones Hacienda Palogrande con código 21215130 y Hacienda Cucuana con código 21210170, ubicadas en el municipio de Ibagué en coordenadas Latitud 4,331888 y longitud -75,041333, se recopilamos 34 años de datos (1986-2019) años de datos, y de estos se obtuvo las precipitaciones máximas de cada uno. Como se muestra en la Tabla 2 y la Tabla 3 a continuación.

Tabla 2. Datos Estación Hacienda Palogrande

Código Estación	Nombre Estación	Latitud	Longitud	Altitud
21210170	HACIENDA PALOGRANDE	4,3319	-75,4013	2212
Entidad	Departamento	Municipio	Fecha Instalación	Categoría
INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES	Tolima	Ibagué	15/11/1986	Pluviométrica

Tabla 3. Datos Estación Hacienda Cucuana

Código Estación	Nombre Estación	Latitud	Longitud	Altitud
21215130	CUCUANA HACIENDA	4,341389	-75,518583	2229
Entidad	Departamento	Municipio	Fecha Instalación	Categoría
INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES	Tolima	Cajamarca	15/11/1986	Climática Ordinaria

Tabla 4, Lluvia máxima de las estaciones por año

Año	PPT Máxima	
	Hacienda Palogrande	Hacienda Cucuana
1986	44,1	44,1
1987	62	40
1988	86	32
1989	83	30
1990	90	32
1991	48,8	28,7
1992	85	31,5
1993	51	45,1
1994	49,3	41,5
1995	55,3	38,9
1996	53,9	31,1
1997	57,7	83
1998	80,5	200,4
1999	68,5	180,4
2000	112,2	35,6
2001	60	47
2002	60,2	27,7
2003	50	31
2004	40,6	180,4
2005	37	29
2006	27,4	20
2007	74,4	29,3
2008	15,4	17,6
2009	21,1	21,1
2010	48	28,9
2011	60	31,8
2012	63,2	34,4
2013	85,2	32,1
2014	73	33
2015	95	20,3
2016	74,8	34,5
2017	75	29,5
2018	87	45,5
2019	47	23,4

6.2 Distribución espacial de la precipitación

Es importante recordar en este punto que, en cuencas especialmente grandes, como es el caso de la cuenca del río Cocora, es necesario realizar la distribución espacial de la precipitación, ya que no llueve de la misma forma en toda la cuenca, ni en los mismos periodos de tiempo, para ello se cuenta con dos estaciones con datos de precipitación para la zona, con una cantidad de datos aceptables y con series que abarcan un mismo periodo de tiempo.

Para realizar la distribución de la PPT se emplea el método de los polígonos de Thiessen, que consiste en dividir el área en polígonos representativos, cada uno bajo la influencia de una estación pluviométrica. el procedimiento consiste en unir los puntos de precipitación conocida, formando uno o más triángulos a los cuales se extienden sus mediatrices hasta la frontera de la cuenca, formando así divisiones o polígonos en nuestra zona que se encuentran influenciados por una única estación. Para efectos del presente informe, se utilizó la herramienta del programa ArcGIS "Polígonos de Thiessen" que permite dividir las áreas según las estaciones, el resultado se puede observar en la Figura 6.

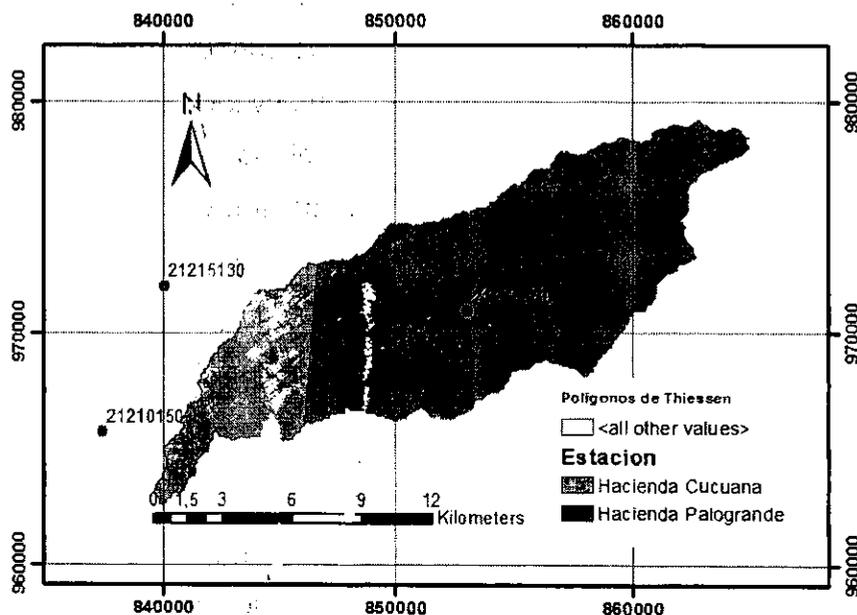


Figura 6. Estaciones y polígonos de Thiessen

Finalmente se realiza un ponderado de la lluvia, utilizando el porcentaje de área que abarcan los polígonos de cada estación. El resultado se adjunta en Tabla 5.

Tabla 5. Lluvia diaria máxima por año

Año	Máx. de PONDERADO
1986	44,1
1987	57,80747925
1988	60,61105527
1989	67,18276264
1990	72,84877877
1991	41,67271473
1992	74,80455182
1993	45,06621129
1994	39,90494215
1995	49,25895874
1996	48,14481243
1997	52,72728527
1998	75,01915743
1999	59,25739745
2000	92,3426972
2001	50,89079583
2002	50,99551127
2003	40,75739745
2004	48,54371043
2005	30,76838962
2006	23,94126797
2007	62,07017763
2008	13,79921935
2009	19,49921935
2010	41,29196681
2011	52,72025943
2012	57,71160921
2013	71,53619075
2014	65,09138132
2015	76,89593314
2016	64,29964122
2017	61,33619375
2018	71,03030734
2019	38,04325113
Total general	92,3426972
PROMEDIO	53,85209501

Del análisis de los datos diarios de precipitación, se obtiene la distribución temporal de la lluvia para el ponderado de las estaciones Hacienda Calucaima y Hacienda Palogrande, que se presenta a continuación en la Figura 7.

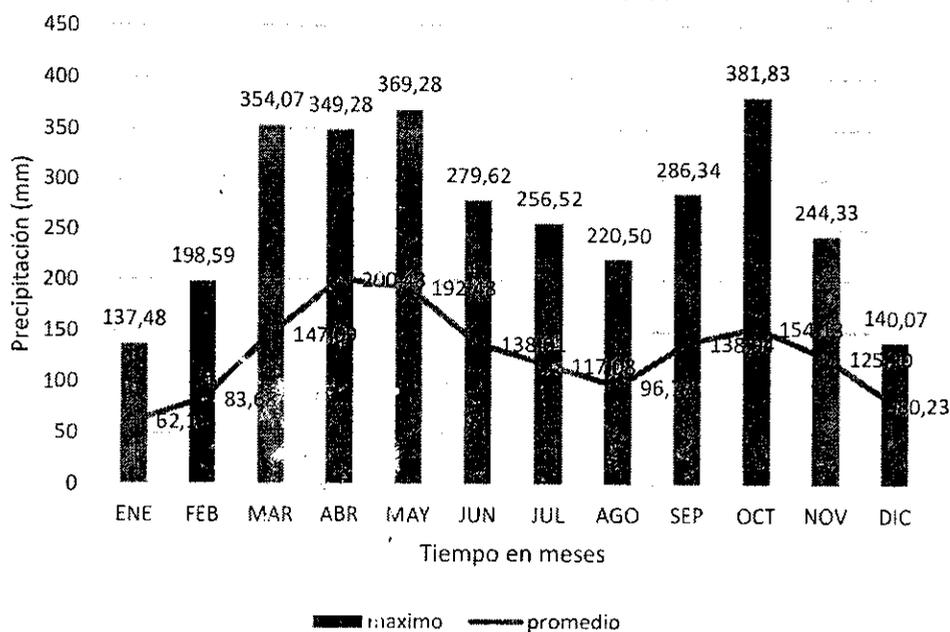


Figura 7. Distribución temporal de precipitación

6.2 Datos de temperatura

Para el análisis de la temperatura en la zona se escogió la estación climática más cercana a la cuenca, la estación Aeropuerto Perales de carácter sinóptica secundaria, ubicada en coordenadas 4,424138 Latitud y -75,139416 Longitud. Los datos de las estaciones fueron descargados del Geo Portal del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, sus datos se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Datos de la estación Climática Hacienda Cucuana

Código Estación	Nombre Estación	Latitud	Longitud	Altitud
21215130	CUCUANA HACIENDA [21215130]	4,341389	-75,518583	2229
Entidad	Departamento	Municipio	Fecha Instalación	Categoría
INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES	Tolima	Cajamarca	15/11/1986	Climática Ordinaria

En la Tabla 7 se presenta los valores promedios de las variaciones de la temperatura media de la estación Hacienda Cucuana, en esta estación se registra una temperatura de media de 16,41 C, con mínimos promedios de 7,26 y máximos promedios de 24,98. Se observa que la variable es estable en el tiempo, ya que no presenta cambios bruscos y su valor en los meses no cambia considerablemente.

Tabla 7. Valores de temperatura

Valores mínimos de temperatura												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Mínimos	4,8	6,4	7	9	8,8	8,2	8	7	7,2	7	7	6,8
Medios	13	13,9	13,8	14,1	14,9	14,6	14,3	13,9	14,2	13,6	13,3	13,9
Máximos	17,2	17,2	17,2	15,2	18,4	18	16,8	17,1	17,6	17,4	16	16,4
Valores medios de temperatura												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Mínimos	10,53	10,98	11,30	11,59	11,72	11,55	11,44	11,20	11,08	11,18	10,93	10,72
Medios	16,16	16,51	16,53	16,64	16,71	16,56	16,46	16,33	16,44	16,34	16,18	16,12
Máximos	21,79	22,03	21,76	21,70	21,69	21,56	21,48	21,46	21,80	21,50	21,43	21,53
Valores máximos de temperatura												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Mínimos	14	15	15	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,8	14	13,8
Medios	18,9	19,7	18,9	19,4	19,3	18,6	18,4	18,6	18,8	18,9	18	17,8
Máximos	25	25,6	25,8	25	26	24,4	24,2	24,4	24,8	25	24,2	25,4

En las gráficas presentes en la Figura 8, la Figura 9 y la Figura 10 se presenta la distribución temporal de la temperatura, para sus valores mínimos, medio y máximos.

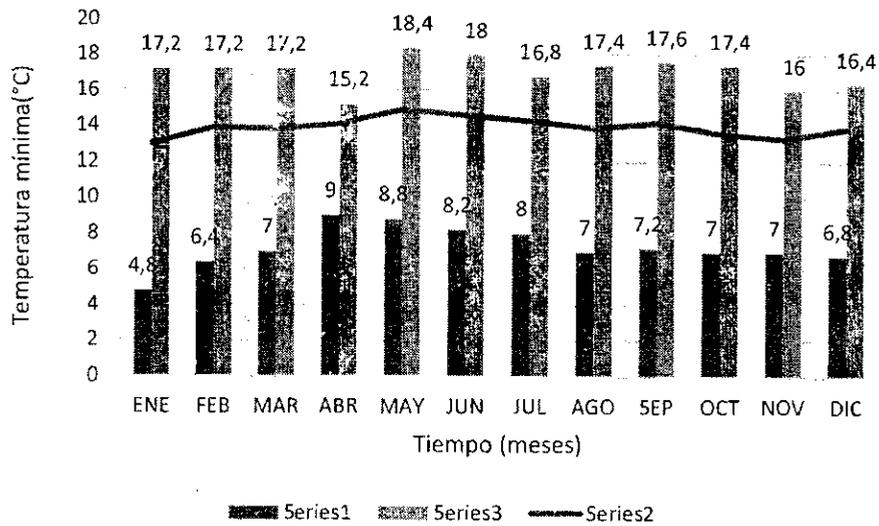


Figura 8 . Distribución temporal de la temperatura mínima diaria

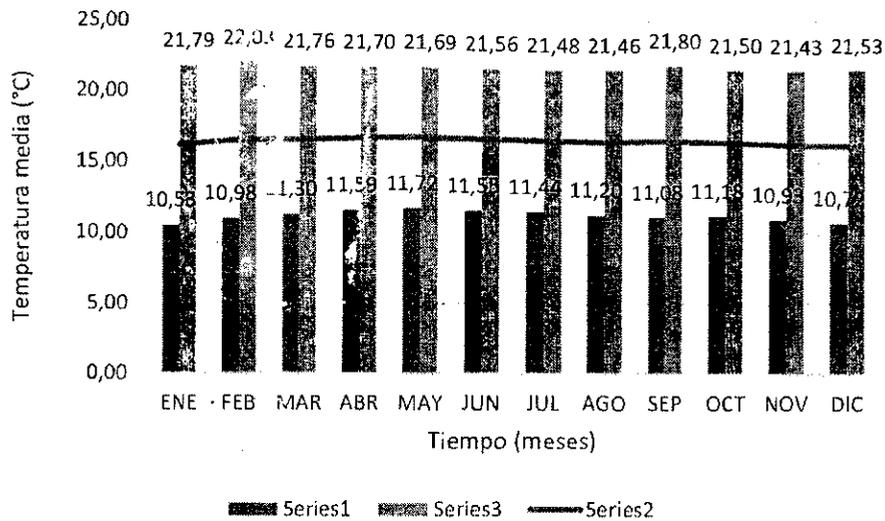


Figura 9 . Distribución temporal de la temperatura media diaria

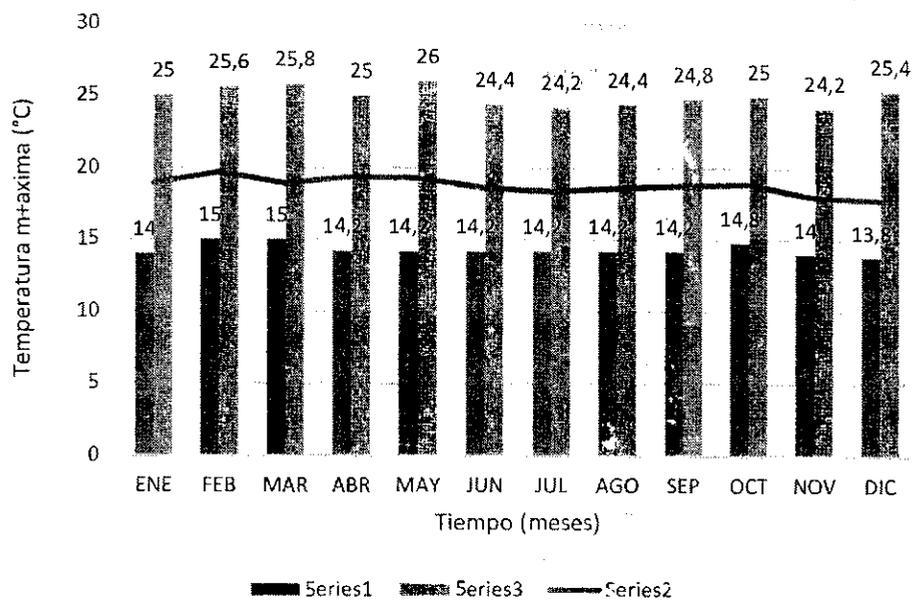


Figura 10 . Distribución temporal de la temperatura máxima diaria

Entre la temperatura más baja y la más alta registrada en la zona, existen 21 grados de diferencia, mientras que las temperaturas medias entre meses, presentan variaciones de temperatura aproximadas a 2 grados.

7.1 Tiempo de concentración

Para obtener la intensidad de la lluvia, es necesario el cálculo del tiempo de concentración de la cuenca, para ello se utilizaron 11 formulas propuestas por diferentes autores, que se encuentran en función de parámetros como: el área de la cuenca, la longitud del drenaje principal, el ancho de la cuenca y su pendiente media. Entre los resultados obtenidos se descartaron aquellos que mostraban valores extremos que eran poco probables en la realidad, y finalmente se realizó un promedio con los valores restantes. El valor obtenido para el tiempo de concentración de la cuenca del río Cocora fue de 145 minutos, los valores y los nombres de las formulas utilizados para su obtención se muestran en la Figura 11.

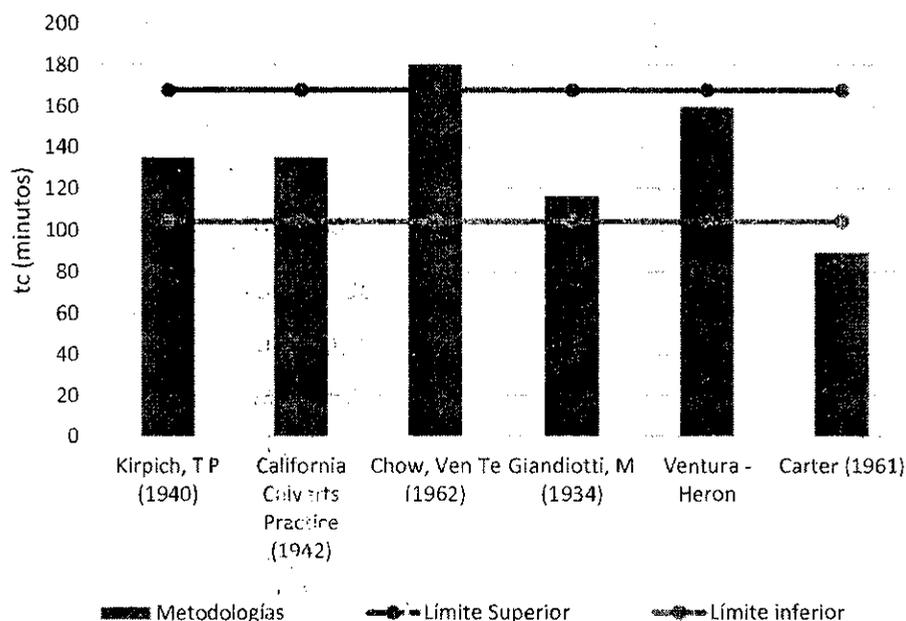


Figura 11. Tiempo de concentración

Fuente: Propia

7.2 Curva IDF

Las curvas IDF son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad de una tormenta en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno (Témez, 1978).

Como la intensidad y duración de las tormentas varían geográficamente, las curvas IDF dependerán de cada región, pudiendo encontrar una extensa bibliografía con respecto a las curvas IDF de cada región de un país.

Su fórmula general surge a partir de la definición de intensidad de precipitación. Siendo:

I: la intensidad de la lluvia en mm/h.

D: Duración de la tormenta en horas.

T: Período de Retorno.

a,b,n,m son coeficientes que dependen de la zona de estudio

Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad - duración - frecuencia (IDF) para Colombia

Para el cálculo de la curva IDF que permita obtener intensidades para la aplicación del método racional en la micro-cuenca, se utilizó la metodología propuesta por Rodrigo Vargas M y Mario Díaz-Granados O. Esta metodología se basa en que las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) permiten la estimación de volúmenes de drenaje superficial mediante modelos lluvia-escorrentía en cuencas pequeñas para las cuales no existen registros de caudal.

Los métodos tradicionales de cálculo de curvas IDF requieren utilizar de información pluviográfica. El empleo de ecuaciones que permitan estimar las curvas IDF a partir de información pluviométrica constituye una alternativa para aquellas zonas que solo disponen de registros de lluvias a nivel diario. A partir de 165 curvas IDF

ubicadas en diversas zonas de Colombia y los resúmenes multianuales, pluviométricos de las mismas, Vargas y Díaz-Granados, evaluaron las principales ecuaciones propuestas en la literatura y establecieron nuevas ecuaciones para 4 grandes regiones de Colombia.

La ecuación y parámetros para la región andina se presenta a continuación.

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

Tabla 8 Parámetros para la región Andina

Parámetros Región Andina	
a:	2,16
b:	0,19
c:	0,62
d:	0,63

Fuente: (VARGAS-DÍAZ-GRANADOS, 1998)

Tabla 9. Valores de la curva IDF para la cuenca del río Cocora

DURACIÓN - t Minutos	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN - I (mm/h) PARA PERIODOS DE RETORNO - T (años)						
	2	3	5	10	25	50	100
5	141,7	153,1	168,7	192,4	229,0	261,2	298,0
10	92,2	99,6	109,7	125,2	149,0	170,0	193,9
15	71,7	77,5	85,3	97,4	115,9	132,2	150,8
20	60,0	64,8	71,4	81,5	96,9	110,6	126,2
25	52,2	56,4	62,2	70,9	84,4	96,3	109,9
30	46,7	50,4	55,5	63,4	75,4	86,0	98,1
35	42,4	45,3	50,5	57,6	68,5	78,2	89,2
40	39,0	42,2	46,5	53,0	63,1	72,0	82,1
45	36,3	39,2	43,2	49,3	58,6	66,9	76,3
100	22,1	23,9	26,3	30,0	35,7	40,8	46,5
145	17,6	19,0	20,9	23,9	28,4	32,4	36,9

Fuente: propia

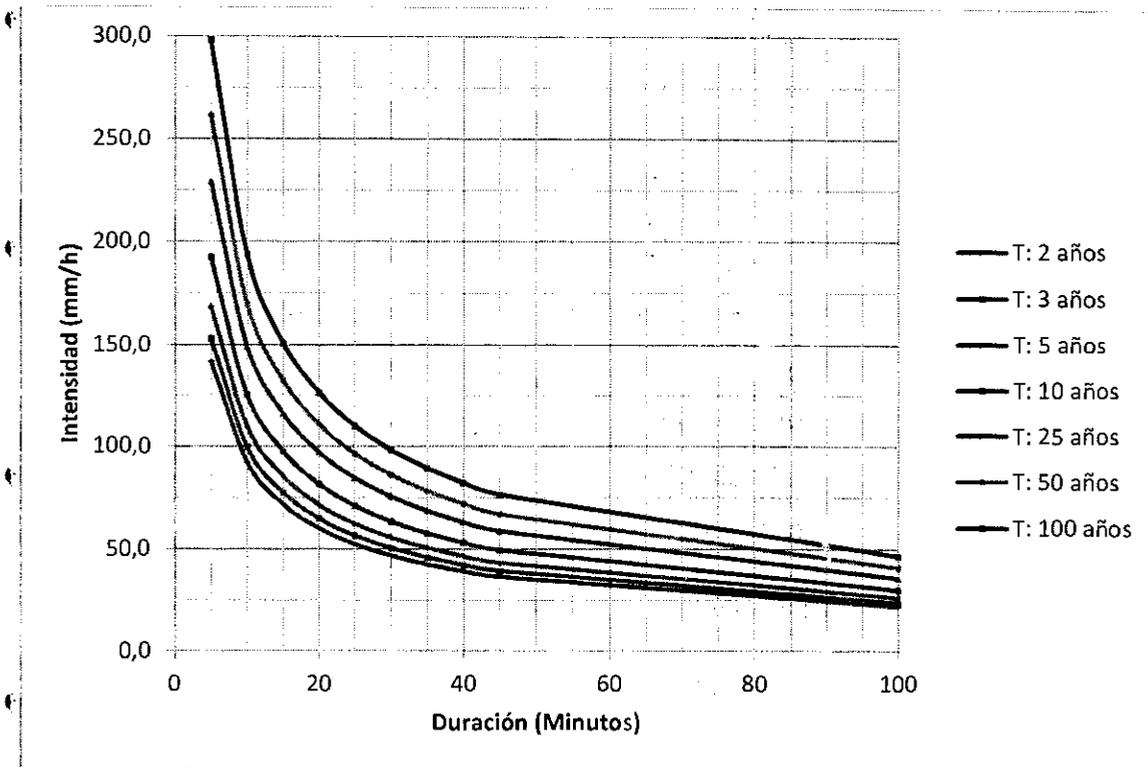


Figura 12. Curva IDF para la cuenca del río Cocora

Fuente: Propia

7.3 Coeficiente de escorrentía para el método racional

El coeficiente de escorrentía es una relación entre la precipitación y la cantidad de agua que escurre, este varía según el tipo de suelo, su uso y demás factores físicos e hidrológicos. Para la asignación del coeficiente a utilizar en el método racional, se tomó la tabla de coeficientes de Prevert (1986), quien tiene en cuenta, además de la pendiente y la cubierta vegetal, el tipo de suelo. La metodología de cálculo se observa en la Tabla 10.

Tabla 10 . Metodo Prevet para coeficiente de escorrentia

Uso del suelo	Pendiente (%)	Textura del suelo (%)		
		Arenoso + limoso Limoso-arenoso	Limoso Limoso-arcilloso	Arcilloso
Bosque	0 - 5	0,10	0,30	0,40
	5 - 10	0,25	0,35	0,50
	10 - 30	0,30	0,40	0,60
	> 30	0,32	0,42	0,63
Pastizal	0,15	0,15	0,35	0,45
	5 - 10	0,30	0,40	0,55
	10 - 30	0,35	0,45	0,65
Cultivo agrícola	>30	0,37	0,47	0,68
	0 - 5	0,30	0,50	0,60
	5 - 10	0,40	0,66	0,70
	10 - 30	0,50	0,70	0,80
	> 30	0,53	0,74	0,84

Fuente: Estudio del comportamiento hidrológico de una pequeña cuenca forestal.

Universidad Politécnica de Valencia, 2014

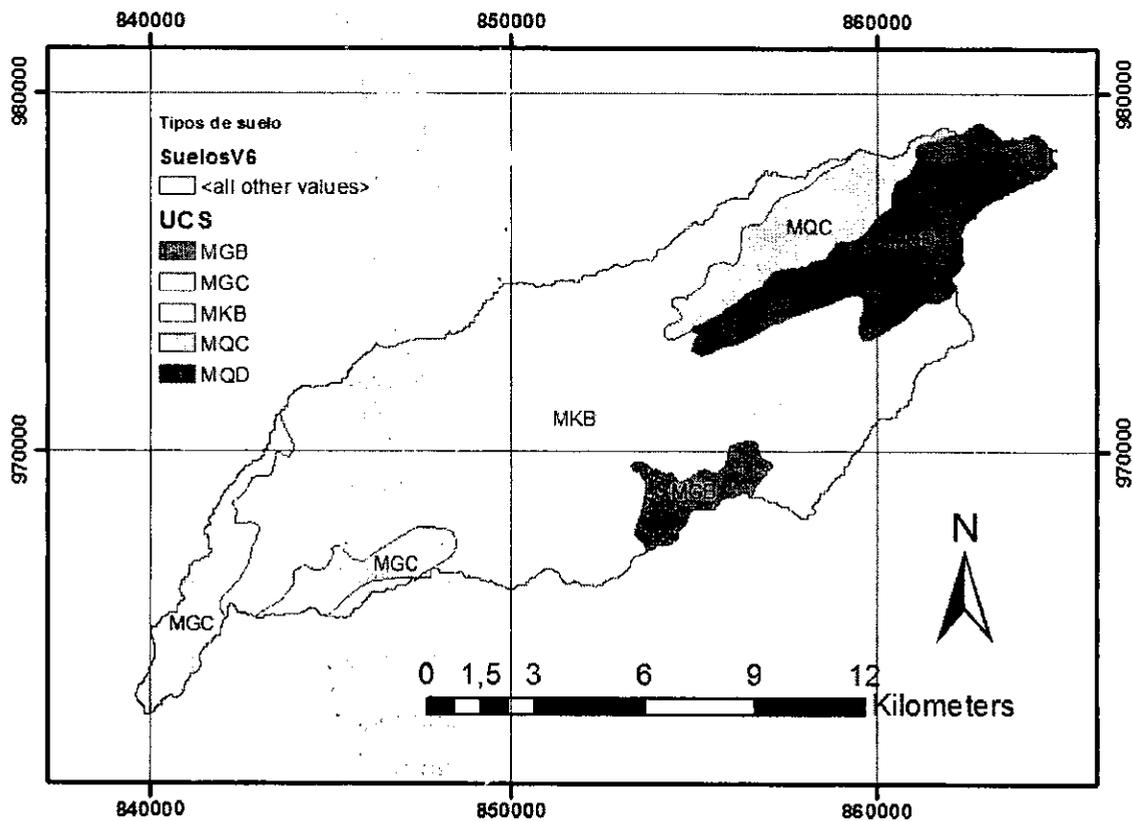


Figura 13 . Mapa de suelos cuenca del río cocóra

Considerando que la cuenca se encuentra en un área con vegetación densa, una pendiente media del 12,7 % y tiene suelos con texturas medias en la mayor parte de la cuenca, el valor del coeficiente C es de 0,30.

7.4 Caudal por el método Racional

El método racional se utiliza en la hidrología para la estimación de caudales máximos. Es muy útil en cuencas poco estudiadas que no poseen la cantidad de datos necesarios para la aplicación de otras metodologías. El método racional supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie.

Su implementación se recomienda en cuencas pequeñas, ya que se considera que llueve con la misma intensidad en toda la cuenca por un tiempo determinado. El RAS 2000 recomienda en su capítulo D.4.3.2 que se calcule el caudal por método racional área únicamente en cuencas con un área menor a 700 ha.

Para efectos del presente informe se utiliza el método racional, como una de las metodologías para aproximación de un caudal, pero teniendo en cuenta que es una sobre estimación del caudal real. El método consiste en la aplicación de la siguiente ecuación ajustada, presente en el Manual de hidrología, Hidráulica y drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú:

$$Q = 0,278 \times C \times i \times A$$

Donde:

Q: Caudal

C: Coeficiente de escorrentía tipo de suelo

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca

Tabla 11. Datos Para método Racional

Área (m ²)	161661000,00
Ancho (m)	4661,79
S(m/m)	12,69
Lcporal (m)	34677,86
Perímetro (m)	97620
Tc (min)	145

C	0,3	adimensional
I	28,39	mm/hr
A	16166,1	Ha
$Q=0,278 \times C \times I \times A$	106,31	m ³ /s

Según el método racional el caudal disponible en el punto de captación del acueducto sería de 106,31 m³/s para un periodo de retorno de 25 años.

8.1 Estimación de caudal por análisis probabilísticos

8.1.1 Funciones de distribución de probabilidad

En la hidrología es frecuente enfrentarse al problema de la definición de un caudal de diseño de un proyecto, ya que actualmente no se cuentan con muchos datos referentes a lluvias e información hidrológica de una cuenca que permitan definirlo a ciencia cierta. Es por ello que se hace necesario recurrir a funciones de distribución de probabilidad, que den forma a los datos reales con los que se cuentan y permitan extrapolar una función moldeada por series de lluvia, para obtener los elementos necesarios para determinar una cantidad de lluvia según sea pertinente para el periodo de diseño.

Para el ajuste de funciones a los datos reales es importante contar con una buena serie de datos, en la hidrología se habla de series de al menos 30 años de datos para lograr un ajuste acorde a la realidad. Para la estación de lluvias Aeropuerto Perales, se cuenta con una serie de 51 años de datos, se considera que se tiene suficiente información para la obtención de datos a partir del ajuste de las funciones.

Para el ajuste y extrapolación se utilizó el programa AFINIS 2.0, un programa para el análisis de la frecuencia de extremos hidrológicos (caudal o lluvia) en un punto. El programa utiliza información sistemática y/o no sistemática y con las hipótesis de estacionalidad e independencia de la muestra observada, para ajustar funciones de probabilidad a la serie de datos ingresados, dando como resultado la gráfica de una función, con parámetros necesarios para que esta sea lo más cercana posible a los datos reales, adicionalmente se cuenta con factores estadísticos que permiten observar la verosimilitud, de esta manera y teniendo en cuenta el ajuste gráfico, es posible compararlas entre sí.

Las funciones utilizadas para obtener valores extremos fueron la función GUMBEL, TCEV, GEV, Log Normal 2 y Log Gumbel. A continuación, se presentan los datos gráficos y estadísticos a partir del ajuste de las funciones a la serie de datos.

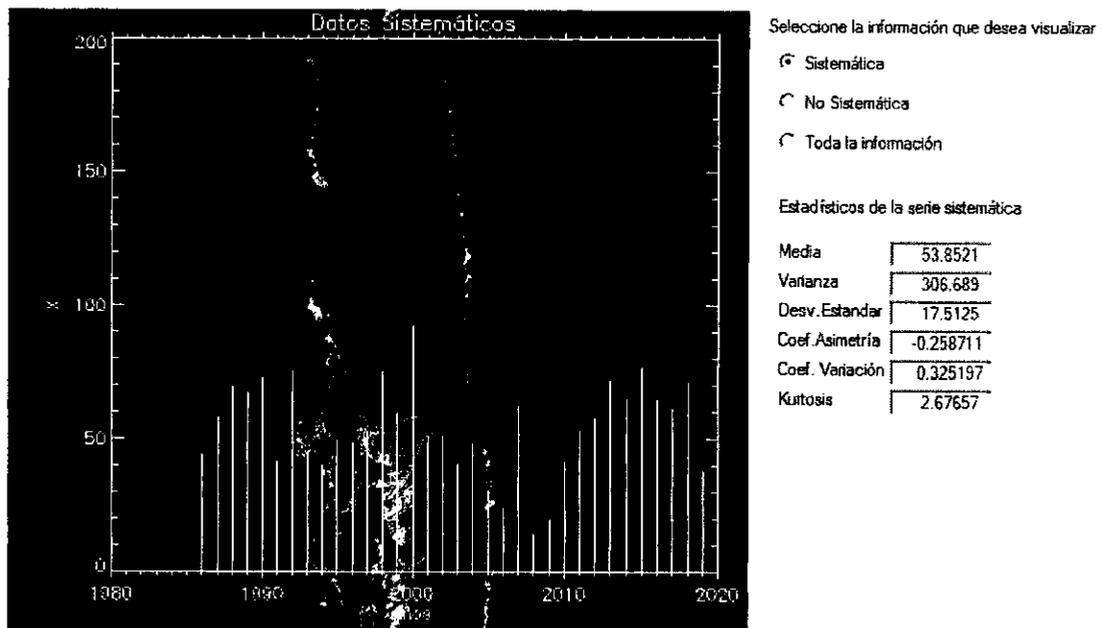


Figura 14. Serie de datos de PPT y estadísticas

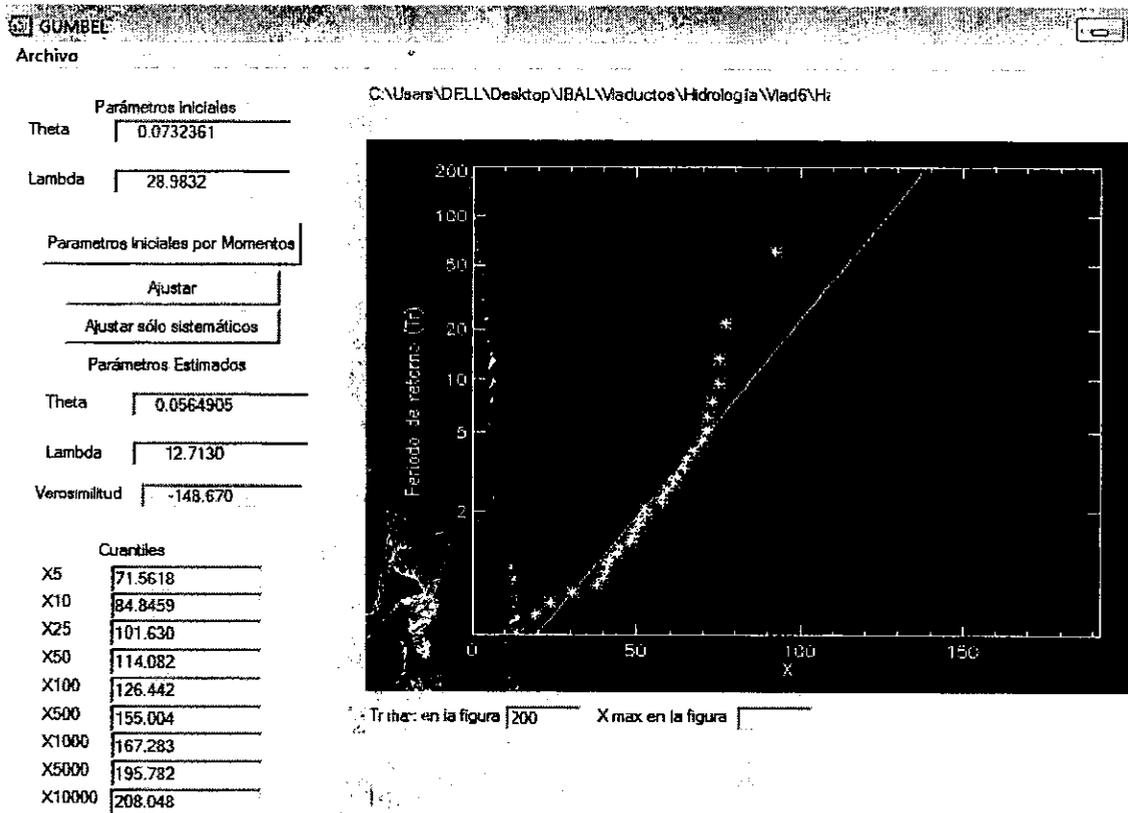


Figura 15. Ajuste de distribución Gumbel para la serie de datos

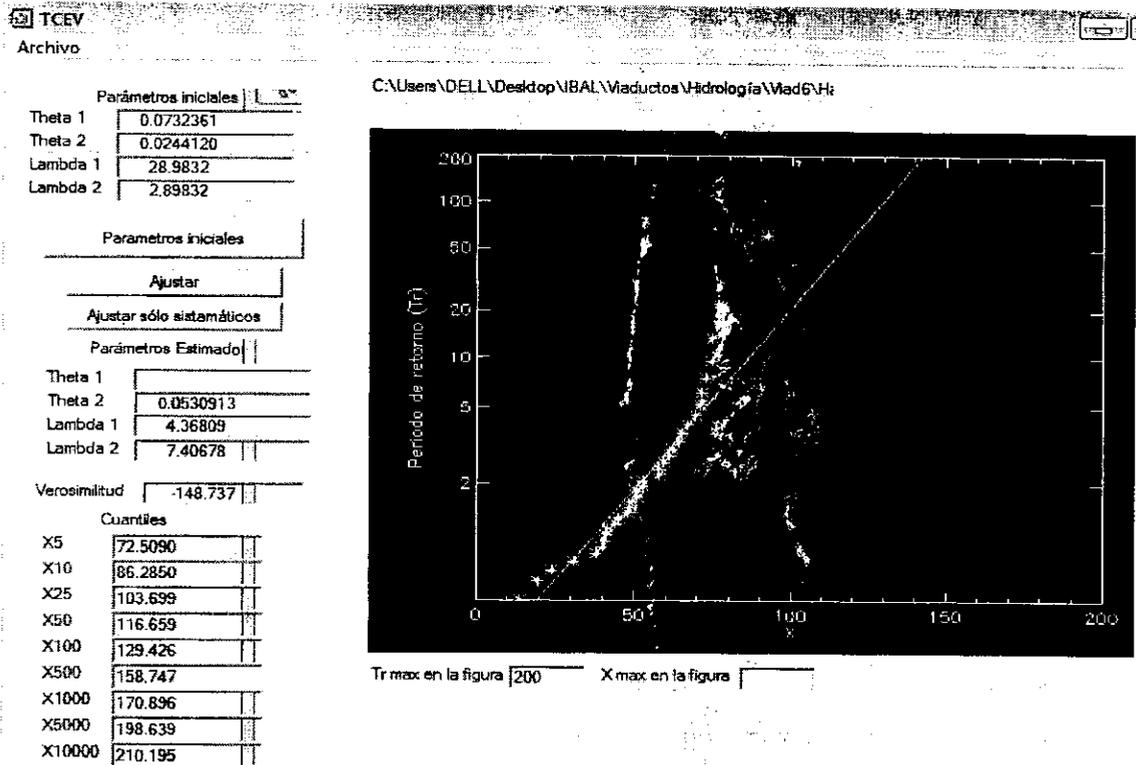


Figura 16. Ajuste de distribución TCEV para la serie de datos

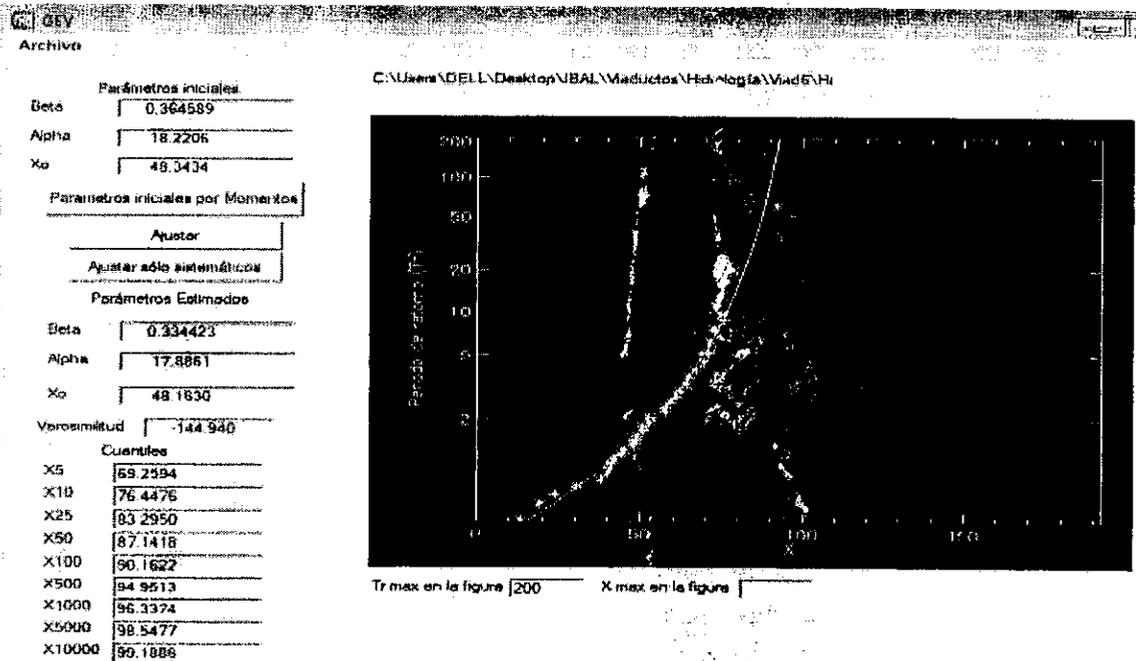


Figura 17. Ajuste de distribución GEV para la serie de datos

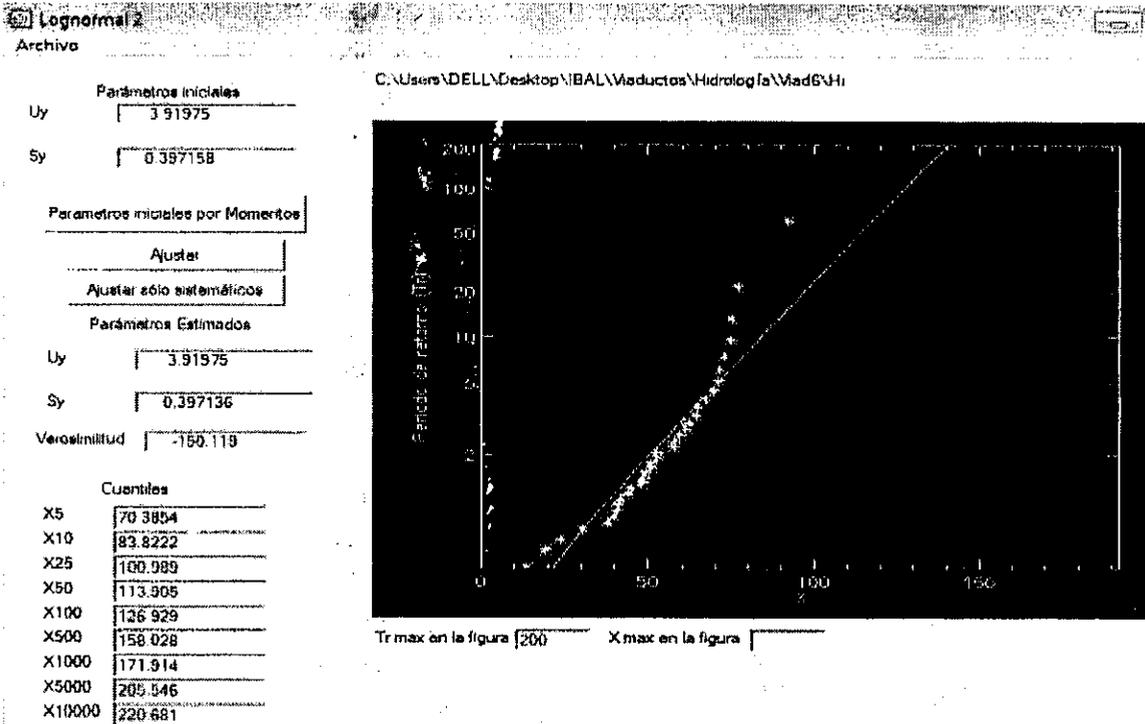


Figura 18. Ajuste de distribución Lognormal 2 para la serie de datos

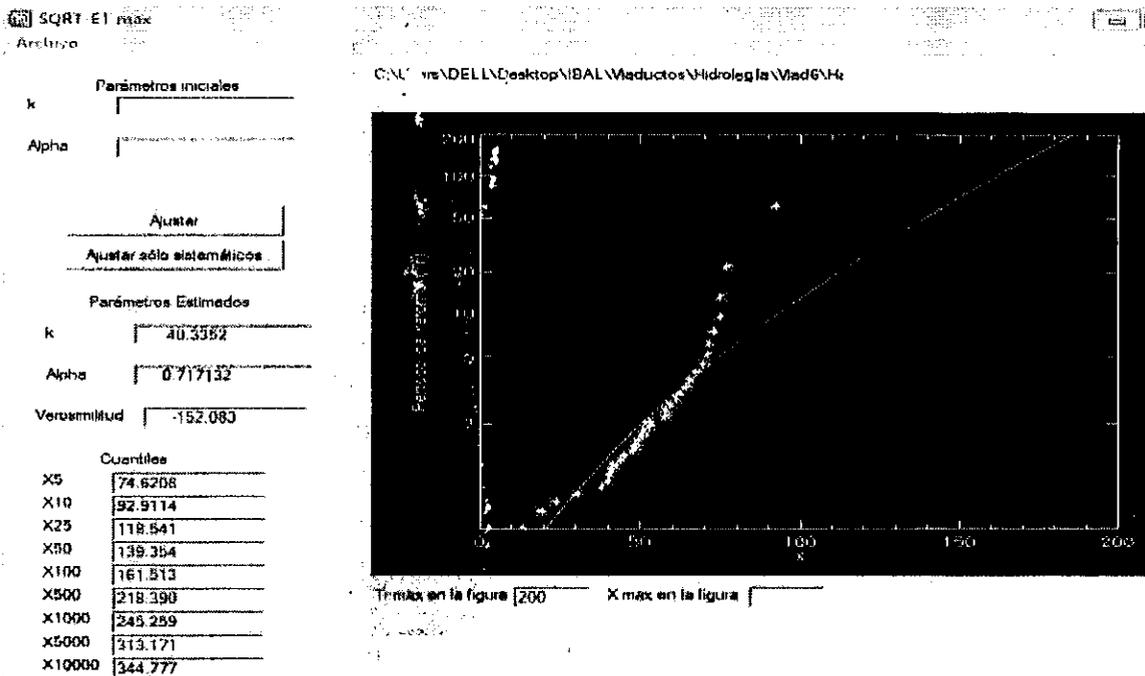


Figura 19. Ajuste de distribución SQRT-ET para la serie de datos

Según los valores que se obtuvieron de los ajustes, la función que mejor representan el comportamiento de los datos es la función GEV, con valor de verosimilitud de -144,94, el ajuste gráfico de dicha función también se considera el más acorde. Se toma la decisión de trabajar con la función GEV por su ajuste.

Los valores que se calculan a partir de la función GEV para los distintos periodos de retorno, se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 12. PPT para diferentes periodos de retorno según ajustes de FDP

Tr	5	10	25	50	100	500
PPT	69,26	76,45	83,30	87,14	90,16	98,55

8.1.2 Distribución de la precipitación en espacio y tiempo

La precipitación es un proceso atmosférico por el cual el agua es devuelta a la superficie terrestre, cumpliendo con el ciclo hidrológico. El estudio de las precipitaciones es básico dentro de cualquier estudio hidrológico regional, para cuantificar los recursos hídricos, puesto que constituyen la principal (en general la única) entrada de agua a una cuenca. Sin embargo, su estudio no suele ser sencillo, ya que este fenómeno varía en tiempo y en espacio, esto implica que no llueve con la misma intensidad todo el tiempo ni en toda el área de la cuenca.

Es por ello que es necesario realizar ajustes a las lluvias de diseño obtenidas a partir de las funciones de distribución de probabilidad, que permitan que se represente de una manera más cercana a la realidad el evento a modelar.

8.1.2.1 Factor de reducción Areal (FRA)

El FRA Consiste en encontrar un valor porcentual de la precipitación media Areal, calculada anteriormente en base a los datos históricos de la estación Hacienda Palogrande, este porcentaje corresponde al valor verdadero de esa lluvia que caería sobre toda la cuenca, considerando que no llueve en la totalidad de esta.

Para el cálculo del factor de reducción Areal, se utiliza la metodología propuesta por (Ana Beatriz Ortega Acacio, 2014). Se escoge esta metodología ya que es una metodología sencilla de aplicar que tiene en cuenta como parámetros la duración de la tormenta y el área de la cuenca. Para el cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$FRA = \frac{1}{1 + 7,75 * 10^{-4} * D^{-0,304} * A}$$

En donde:

D: Tiempo de concentración o duración de la tormenta en horas

A: Área de la cuenca en Km²

Al remplazar los datos en la ecuación se obtiene un valor de FRA igual a 0,97.

$$FRA = \frac{1}{1 + 7,75 * 10^{-4} * 145^{-0,304} * 161,66} = 0,97$$

Posteriormente se aplica el factor a la lluvia de diseño obtenida a partir del análisis probabilístico para diferentes periodos de retorno. Los valores mencionados se presentan en la Tabla 11.

Tabla 13. Aplicación de FRA a la PPT de diseño

Tr	5	10	25	50	100	500
PPT	69,26	76,45	83,30	87,14	90,16	98,55
PPR*FRA	67,40	74,39	81,06	84,80	87,74	95,90

8.1.2.2 Factor de reducción temporal

El factor de reducción temporal es el más decisivo a la hora de encontrar una precipitación real en cuencas de áreas pequeñas, pues depende exclusivamente del tiempo de duración de una tormenta, que en este caso será de 145 minutos (145 minutos = 2,42 hora), el factor se refiere a la realidad en la cual es muy poco probable que la tormenta de diseño calculada como milímetros por día, se presente continuamente en las 24 horas en consideración, esto implicaría que una precipitación de diseño más realista podría ser intermitente en el día, o durar cierta fracción temporal en el día.

La obtención del FRT puede ser compleja en casos donde la información de datos es limitada, por lo tanto, para ello, se utilizó un método de tabla, presente en el "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008). Este documento da la oportunidad de encontrar el factor con base en el tiempo de concentración. En la Tabla 14 se presentan los valores propuestos.

Tabla 14. Factor de reducción temporal

Duración de la PPT en horas	Coefficiente
0	0
1	0,25
2	0,31
3	0,38
4	0,44
5	0,5
6	0,56
8	0,64
10	0,73
12	0,79
14	0,83
16	0,87
18	0,9
20	0,93
22	0,97
24	1
48	1,32

De esta manera, el coeficiente encontrado para pasar la PPT diaria, a una PPT con duración igual a una hora, en unidades de intensidad mm/D es de 0,35. Los datos de precipitación, convertida en intensidad se observan en la Tabla 15.

Tabla 15. PPT con corrección temporal

C (corrección temporal)	0,35				
67,40	74,39	81,06	84,80	87,74	95,90
23,59	26,04	28,37	29,68	30,71	33,57

8.1.2.3 Hietograma de diseño

Como se ha mencionado anteriormente, la intensidad de la precipitación no es constante en el tiempo, con el objetivo de poder establecer un hietograma de diseño, que represente la variación de las tormentas en su tiempo de duración, se convirtió la PPT de mm/día a una intensidad en mm, para utilizar el dato de intensidad como insumo para la construcción de los hietogramas y obtener una lluvia distribuida en el tiempo. Para ello, se utiliza la metodología propuesta por (HUFF, 1990).

Modelo de Huff, Este modelo data del año 1967, Huff ensayó con 261 tormentas representativas en Estados Unidos, logrando dividir las en 4 grupos característicos de acuerdo al periodo en minutos en que ocurrió la mayor precipitación dentro del tiempo de duración de la tormenta. Las curvas adimensionales de precipitación de Huff, son hietogramas acumulados y adimensionales con probabilidades de ocurrencia, que van en aumentos de 10, desde 10% hasta 90%. Para el análisis de la información de precipitaciones, Huff categorizó las tormentas en cuartiles que dependían del cuarto del total de la duración del evento en el que se presentaba el mayor porcentaje de precipitación.

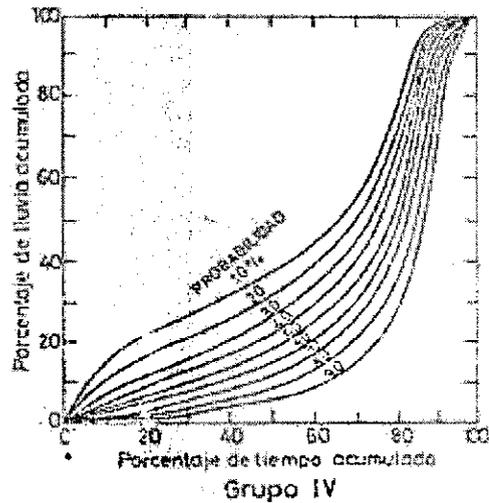
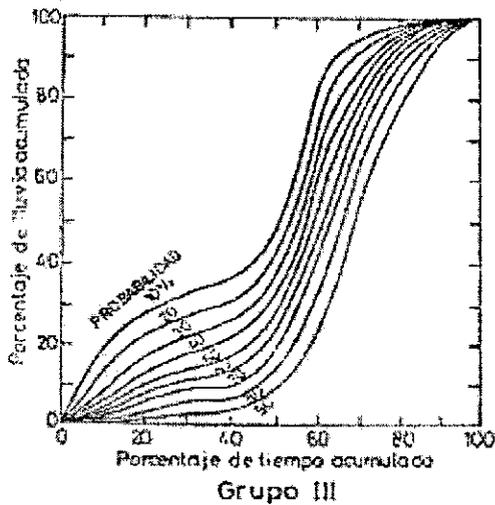
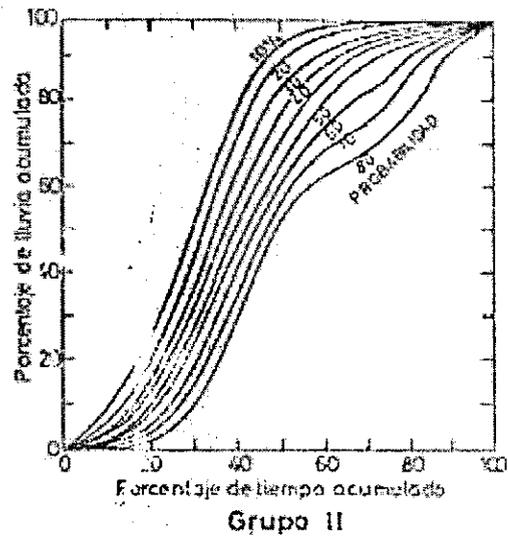
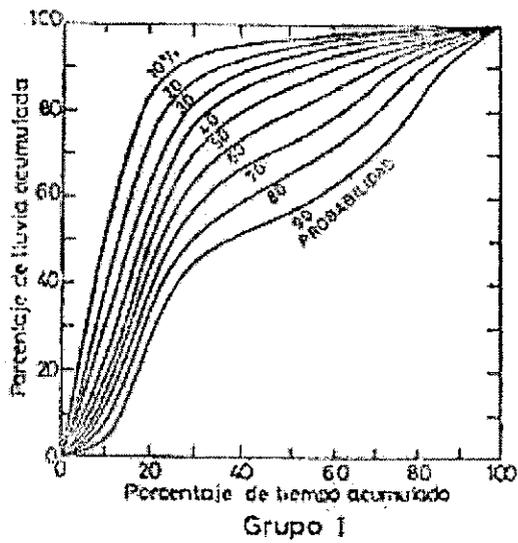


Figura 20. Distribuciones de tiempo para tormentas. Propuestas por Huff.

Información tomada de Huff-1990

Para la construcción del hietograma, se elige la segunda distribución, ya que describe de una mejor manera las lluvias de la región, y se trabaja con la curva para un 90 % de probabilidad de ocurrencia. Los valores para el hietograma se eligen a partir de la representación gráfica y obteniendo la siguiente tabla.

Tabla 16. Porcentajes distribución ii de Huff

% tiempo	% Ppt	Tiempo
0	0,00	0,00
10	0,02	0,24
20	0,03	0,48
30	0,10	0,73
40	0,30	0,97
50	0,54	1,21
60	0,63	1,45
70	0,69	1,69
80	0,79	1,93
90	0,91	2,18
100	1	2,42

Al multiplicar dichos porcentajes por la PPT corregida para cada periodo de retorno, se obtiene la precipitación acumulada según las duraciones, tal como se observa en Tabla 17 y en la Figura 21. Posteriormente, se desagrega la lluvia para obtener la cantidad para cada intervalo y con esto, el hietograma de diseño para cada periodo de retorno.

Tabla 17. PPT Acumulada según distribución ii de Huff

Tiempo	Tr 5	Tr 10	Tr 25	Tr 50	Tr 100	Tr 500
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,35	0,39	0,43	0,45	0,46	0,50
29	0,71	0,78	0,85	0,89	0,92	1,01
44	2,36	2,60	2,84	2,97	3,07	3,36
58	7,08	7,81	8,51	8,90	9,21	10,07
73	12,74	14,06	15,32	16,03	16,58	18,13
87	14,86	16,40	17,87	18,70	19,35	21,15
102	16,28	17,97	19,58	20,48	21,19	23,16
116	18,64	20,57	22,41	23,45	24,26	26,52
131	21,47	23,69	25,82	27,01	27,95	30,54
145	23,59	26,04	28,37	29,68	30,71	33,57

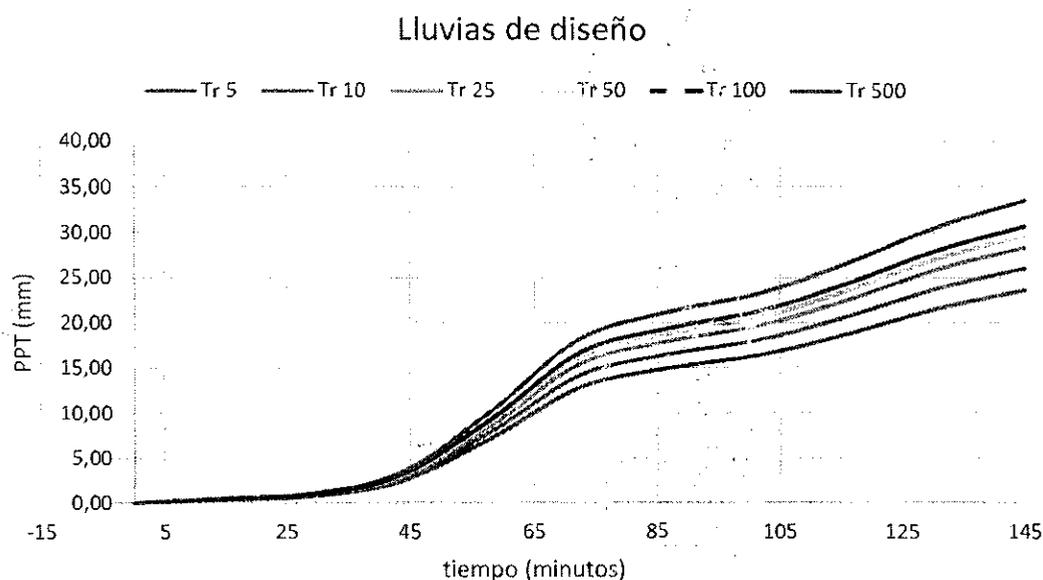


Figura 21. Lluvias de diseño acumuladas

A continuación, se muestran los hietogramas o (tormenta de diseño) obtenidas para cada periodo de retorno, y que posteriormente, serán insumo importante para la obtención los hidrogramas.

Tabla 18. Hietograma de diseño

Tiempo	Tr 5	Tr 10	Tr 25	Tr 50	Tr 100	Tr 500
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,35	0,39	0,43	0,45	0,46	0,50
30	0,35	0,39	0,43	0,45	0,46	0,50
45	1,65	1,82	1,99	2,08	2,15	2,35
60	4,72	5,21	5,67	5,94	6,14	6,71
75	5,66	6,25	6,81	7,12	7,37	8,06
90	2,12	2,34	2,55	2,67	2,76	3,02
105	1,42	1,56	1,70	1,78	1,84	2,01
120	2,36	2,60	2,84	2,97	3,07	3,36
135	2,83	3,12	3,40	3,56	3,69	4,03
150	2,12	2,34	2,55	2,67	2,76	3,02

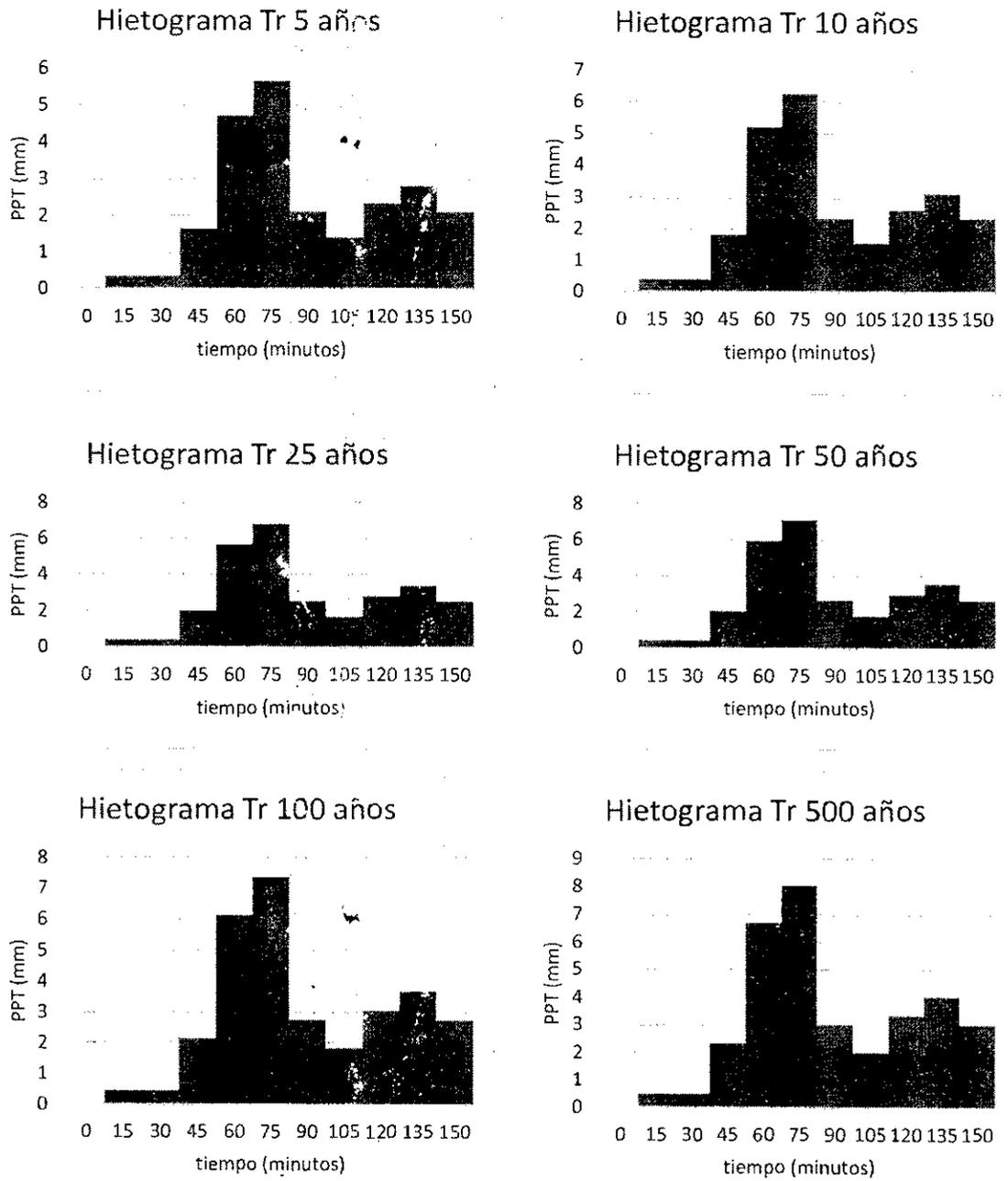


Figura 22. Hietogramas de diseño para cada periodo de retorno

8.1.3 Pérdidas por el número de curva

El número de curva es un parámetro hidrológico que permite caracterizar el potencial de escorrentía en una cuenca hidrográfica y se determina a partir de algunas características físicas del territorio como el tipo, la densidad y el tratamiento de las coberturas, así como el grupo hidrológico del suelo (Días Carvajal & Mercado Fénandez, 2017). Fue desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS) con el fin de estimar la escorrentía directa generada por un evento de lluvia

El número de curva determina para cada tipo de suelo y cobertura, un valor que indica que tan permeable o no es un terreno, dichos valores se obtienen de las tablas del NRCS. A partir de estos valores se realiza un ponderado con cada cobertura y tipo de suelo de la cuenca y se obtiene un número de curva final, que será utilizado para obtener las pérdidas al realizar la modelación hidrológica.

Para obtener el número de curva se clasifica la cuenca por tipo de cobertura, esto se puede observar en el siguiente gráfico.

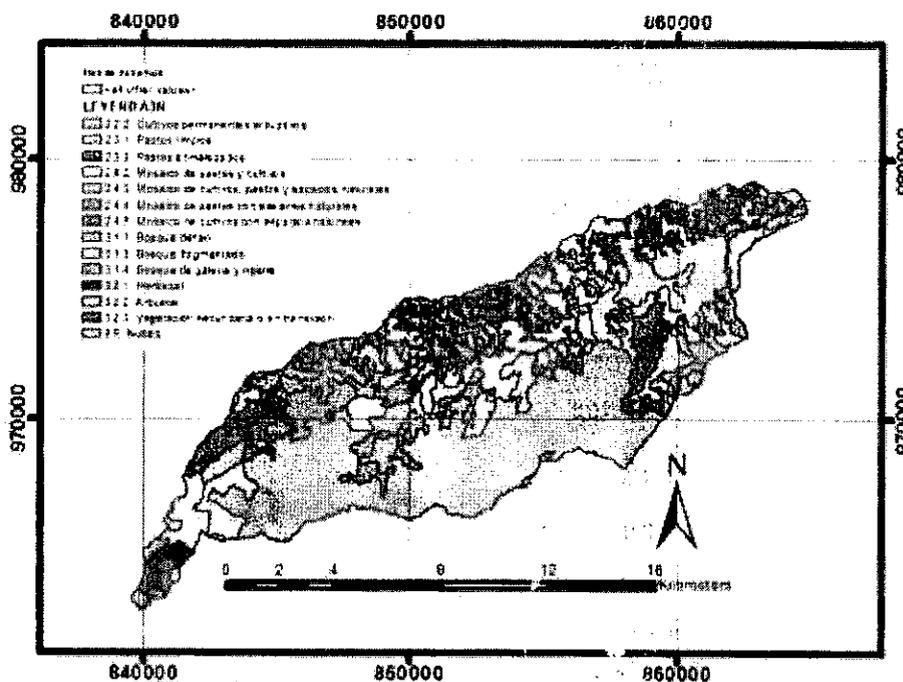


Figura 23. Mapa de número de curva de la cuenca

A cada tipo de cobertura y tipo de suelo se le asigna un número de curva, tomando como referencia los datos y tablas presentes en el Manual Nacional de Ingeniería (Departamento de agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales, 2017)

Finalmente se realiza un ponderado para obtener un número de curva final a partir del porcentaje de área que ocupe cada tipo de cobertura.

Tabla 19. Ponderado del número de curva

Tipo de cubierta	Área (km)	% del total	NC
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	5,67	3%	82
2.3.1. Pastos limpios	6,22	4%	73
2.3.3. Pastos enmalezados	6,05	4%	63
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	11,00	7%	75,5
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	19,32	12%	78
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	22,98	14%	82
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	1,37	1%	74
3.1.1. Bosque denso	57,09	35%	67
3.1.3. Bosque fragmentado	12,08	7%	68
3.1.4. Bosque de galería y ripario	11,71	7%	68
3.2.1. Herbazal	1,56	1%	75
3.2.2. Arbustal	0,19	0%	70
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	7,79	5%	73
TOTAL	163,03	100%	73,0

8.1.4 Hidrograma de diseño

Un hidrograma es una representación gráfica de la variación de un caudal con respecto al tiempo, que permite observar la forma en que varía el caudal, su tiempo y volumen pico. Es importante determinar el hidrograma de una cuenca, para poder describir la forma en que se presentará la escorrentía a partir de una tormenta de diseño.

Para cuencas que no poseen datos de medición de series de caudal, es posible utilizar hidrogramas sintéticos adaptados según parámetros morfométricos, tiempo de duración de la tormenta, datos de uso de cobertura, suelo y precipitación.

Para efectos de la presente modelación, se utilizó la metodología propuesta por el servicio de conservación de suelos de Estados Unidos el SCS, para obtener el hidrograma de diseño para las tormentas en sus diferentes periodos de retorno. Para ello se empleó el programa HEC-HMS, que es un programa que calcula hidrogramas producidos por una cuenca, ingresando parámetros de la cuenca y datos de precipitación.

Los parámetros introducidos al modelo son los anteriormente calculados en el presente informe, y corresponden a el área de la cuenca, el tiempo de concentración, los hidrogramas de diseño, la duración de la tormenta, el tiempo lag (que es aproximadamente igual a $0,6 \times$ tiempo de duración. Por tanto, $0,6 \times 145 = 87$ min), y finalmente, el número de curva.

Los resultados de la modelación en HEC-HMS se presentan a continuación.

Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 5 años

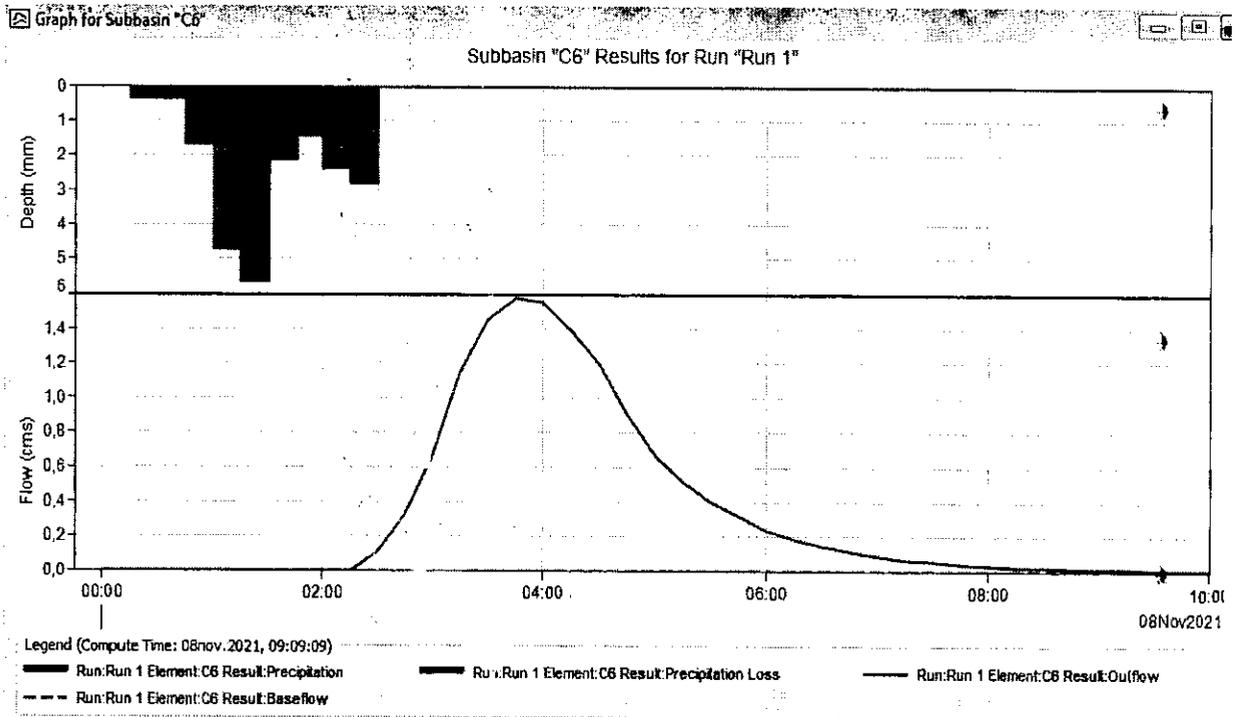


Figura 24. Hidrograma Tr 5 años

Tabla 20. Datos hidrograma Tr 5 años

Fecha	Tiempo	PPT (mm)	Perdidas (mm)	Exceso (mm)	Flujo Directo (m3/s)	Flujo Base (m3/s)	Flujo Total (m3/s)
08nov.2021	00:00				0	0	0
08nov.2021	00:15	0	0	0	0	0	0
08nov.2021	00:30	0,35	0,35	0	0	0	0
08nov.2021	00:45	0,35	0,35	0	0	0	0
08nov.2021	01:00	1,65	1,65	0	0	0	0
08nov.2021	01:15	4,72	4,72	0	0	0	0
08nov.2021	01:30	5,66	5,66	0	0	0	0
08nov.2021	01:45	2,12	2,12	0	0	0	0
08nov.2021	02:00	1,42	1,42	0	0	0	0
08nov.2021	02:15	2,36	2,36	0	0	0	0
08nov.2021	02:30	2,83	2,76	0,07	0,1	0	0,1
08nov.2021	02:45	0	0	0	0,3	0	0,3

Fecha	Tiempo	PPT (mm)	Perdidas (mm)	Exceso (mm)	Flujo Directo (m3/s)	Flujo Base (m3/s)	Flujo Total (m3/s)
08nov.2021	03:00	0	0	0	0,7	0	0,7
08nov.2021	03:15	0	0	0	1,1	0	1,1
08nov.2021	03:30	0	0	0	1,5	0	1,5
08nov.2021	03:45	0	0	0	1,6	0	1,6
08nov.2021	04:00	0	0	0	1,6	0	1,6
08nov.2021	04:15	0	0	0	1,4	0	1,4
08nov.2021	04:30	0	0	0	1,2	0	1,2
08nov.2021	04:45	0	0	0	0,9	0	0,9
08nov.2021	05:00	0	0	0	0,7	0	0,7
08nov.2021	05:15	0	0	0	0,5	0	0,5
08nov.2021	05:30	0	0	0	0,4	0	0,4
08nov.2021	05:45	0	0	0	0,3	0	0,3
08nov.2021	06:00	0	0	0	0,2	0	0,2
08nov.2021	06:15	0	0	0	0,2	0	0,2
08nov.2021	06:30	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	06:45	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	07:00	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	07:15	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	07:30	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	07:45	0	0	0	0	0	0
08nov.2021	08:00	0	0	0	0	0	0

Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 25 años

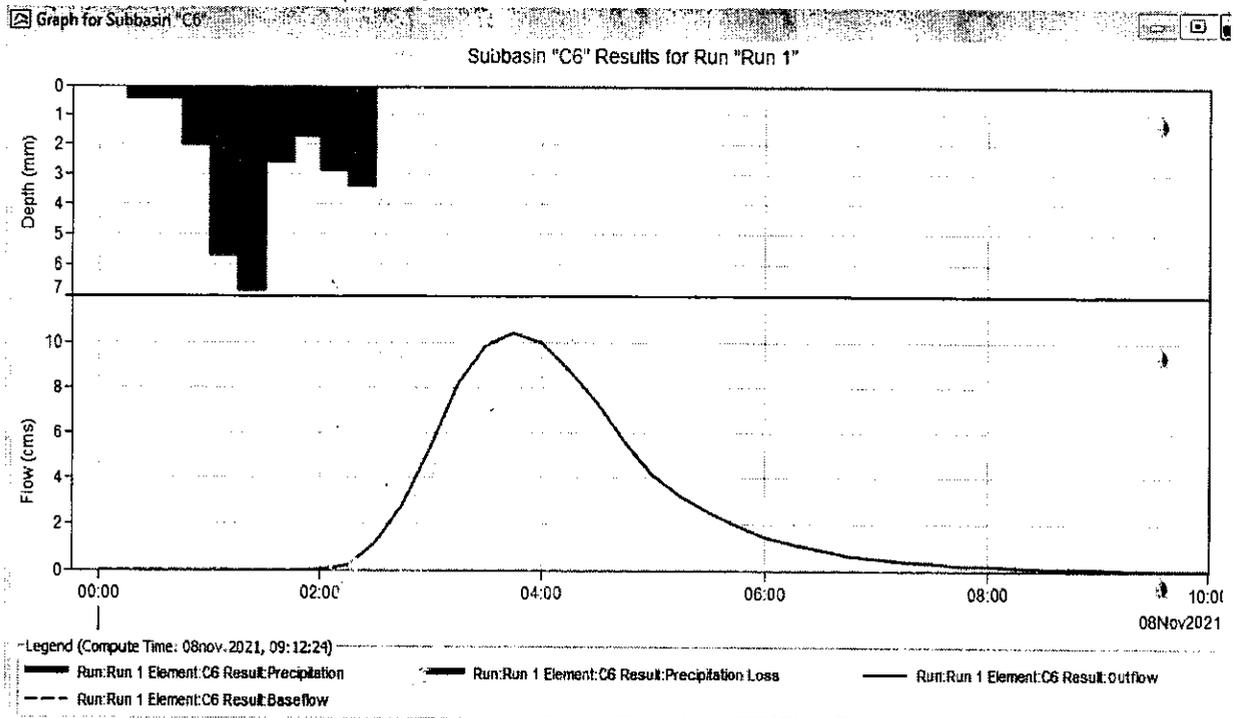


Figura 25. Hidrograma Tr 25 años

Tabla 21. Datos hidrograma Tr 25 años

Fecha	Tiempo	PPT (mm)	Perdidas (mm)	Exceso (mm)	Flujo Directo (m3/s)	Flujo Base (m3/s)	Flujo Total (m3/s)
08nov.2021	00:00				0	0	0
08nov.2021	00:15	0	0	0	0	0	0
08nov.2021	00:30	0,43	0,43	0	0	0	0
08nov.2021	00:45	0,43	0,43	0	0	0	0
08nov.2021	01:00	1,99	1,99	0	0	0	0
08nov.2021	01:15	5,67	5,67	0	0	0	0
08nov.2021	01:30	5,81	6,81	0	0	0	0
08nov.2021	01:45	2,55	2,55	0	0	0	0
08nov.2021	02:00	1,7	1,69	0,01	0	0	0
08nov.2021	02:15	2,84	2,71	0,13	0,2	0	0,2
08nov.2021	02:30	3,4	3,05	0,35	1,1	0	1,1
08nov.2021	02:45	0	0	0	2,9	0	2,9
08nov.2021	03:00	0	0	0	5,4	0	5,4

Fecha	Tiempo	PPT (mm)	Perdidas (mm)	Exceso (mm)	Flujo Directo (m3/s)	Flujo Base (m3/s)	Flujo Total (m3/s)
08nov.2021	03:15	0	0	0	8,1	0	8,1
08nov.2021	03:30	0	0	0	9,9	0	9,9
08nov.2021	03:45	0	0	0	10,4	0	10,4
08nov.2021	04:00	0	0	0	10	0	10
08nov.2021	04:15	0	0	0	8,8	0	8,8
08nov.2021	04:30	0	0	0	7,3	0	7,3
08nov.2021	04:45	0	0	0	5,6	0	5,6
08nov.2021	05:00	0	0	0	4,2	0	4,2
08nov.2021	05:15	0	0	0	3,2	0	3,2
08nov.2021	05:30	0	0	0	2,5	0	2,5
08nov.2021	05:45	0	0	0	1,9	0	1,9
08nov.2021	06:00	0	0	0	1,5	0	1,5
08nov.2021	06:15	0	0	0	1,1	0	1,1
08nov.2021	06:30	0	0	0	0,9	0	0,9
08nov.2021	06:45	0	0	0	0,7	0	0,7
08nov.2021	07:00	0	0	0	0,5	0	0,5
08nov.2021	07:15	0	0	0	0,4	0	0,4
08nov.2021	07:30	0	0	0	0,3	0	0,3
08nov.2021	07:45	0	0	0	0,2	0	0,2
08nov.2021	08:00	0	0	0	0,2	0	0,2
08nov.2021	08:15	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	08:30	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	08:45	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	09:00	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	09:15	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	09:30	0	0	0	0	0	0
08nov.2021	09:45	0	0	0	0	0	0
08nov.2021	10:00	0	0	0	0	0	0

Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 50 años

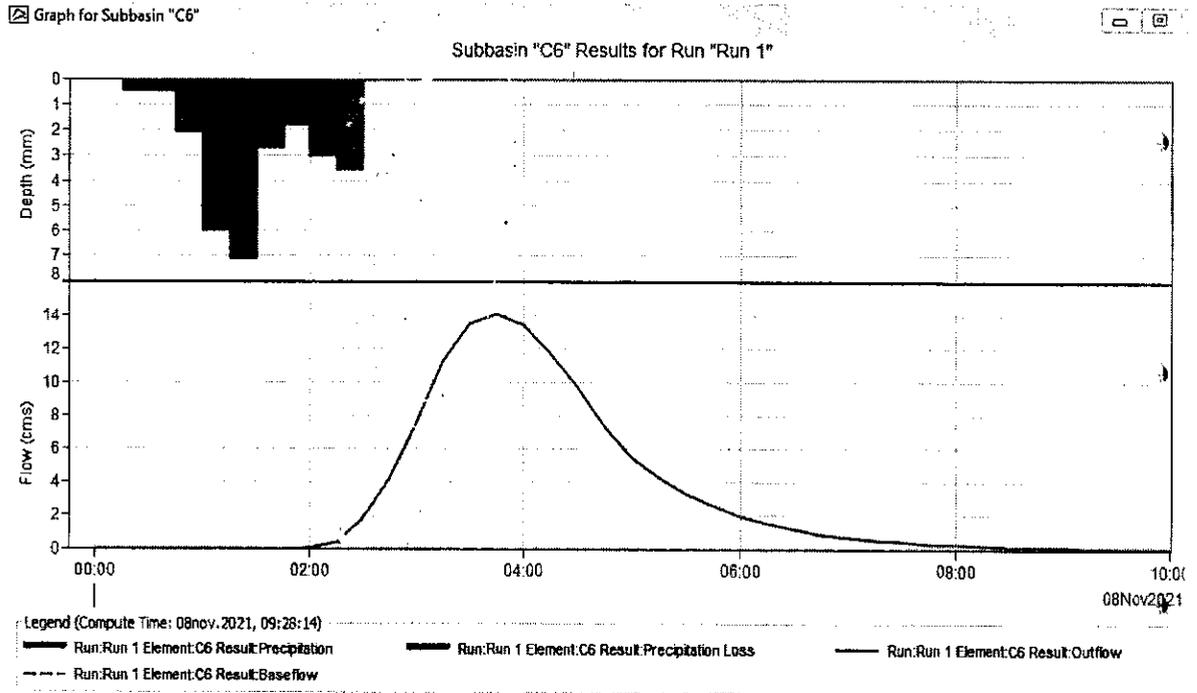


Figura 26. Hidrograma Tr 50 años

Tabla 22. Datos hidrograma Tr 50 años

Fecha	Tiempo	PPT (mm)	Perdidas (mm)	Exceso (mm)	Flujo Directo (m3/s)	Flujo Base (m3/s)	Flujo Total (m3/s)
08nov.2021	00:00				0	0	0
08nov.2021	00:15	0	0	0	0	0	0
08nov.2021	00:30	0,45	0,45	0	0	0	0
08nov.2021	00:45	0,45	0,45	0	0	0	0
08nov.2021	01:00	2,08	2,08	0	0	0	0
08nov.2021	01:15	5,94	5,94	0	0	0	0
08nov.2021	01:30	7,12	7,12	0	0	0	0
08nov.2021	01:45	2,67	2,67	0	0	0	0
08nov.2021	02:00	1,78	1,75	0,03	0	0	0
08nov.2021	02:15	2,97	2,78	0,19	0,4	0	0,4
08nov.2021	02:30	3,56	3,12	0,44	1,8	0	1,8
08nov.2021	02:45	0	0	0	4,2	0	4,2
08nov.2021	03:00	0	0	0	7,6	0	7,6

Fecha	Tiempo	PPT (mm)	Perdidas (mm)	Exceso (mm)	Flujo Directo (m3/s)	Flujo Base (m3/s)	Flujo Total (m3/s)
08nov.2021	03:15	0	0	0	11,2	0	11,2
08nov.2021	03:30	0	0	0	13,4	0	13,4
08nov.2021	03:45	0	0	0	14	0	14
08nov.2021	04:00	0	0	0	13,4	0	13,4
08nov.2021	04:15	0	0	0	11,8	0	11,8
08nov.2021	04:30	0	0	0	9,7	0	9,7
08nov.2021	04:45	0	0	0	7,4	0	7,4
08nov.2021	05:00	0	0	0	5,5	0	5,5
08nov.2021	05:15	0	0	0	4,3	0	4,3
08nov.2021	05:30	0	0	0	3,3	0	3,3
08nov.2021	05:45	0	0	0	2,6	0	2,6
08nov.2021	06:00	0	0	0	2	0	2
08nov.2021	06:15	0	0	0	1,5	0	1,5
08nov.2021	06:30	0	0	0	1,2	0	1,2
08nov.2021	06:45	0	0	0	0,9	0	0,9
08nov.2021	07:00	0	0	0	0,7	0	0,7
08nov.2021	07:15	0	0	0	0,5	0	0,5
08nov.2021	07:30	0	0	0	0,4	0	0,4
08nov.2021	07:45	0	0	0	0,3	0	0,3
08nov.2021	08:00	0	0	0	0,2	0	0,2
08nov.2021	08:15	0	0	0	0,2	0	0,2
08nov.2021	08:30	0	0	0	0,2	0	0,2
08nov.2021	08:45	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	09:00	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	09:15	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	09:30	0	0	0	0	0	0
08nov.2021	09:45	0	0	0	0	0	0
08nov.2021	10:00	0	0	0	0	0	0

Hidrograma para lluvia de periodo de retorno 100 años

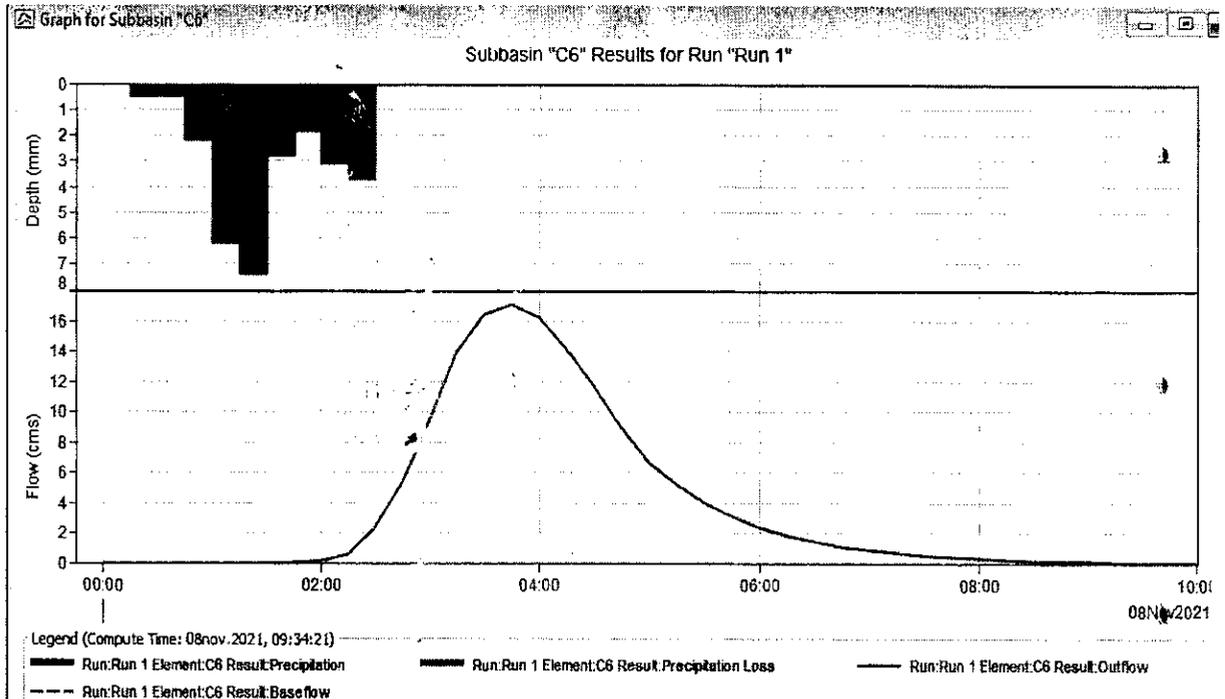


Figura 27. Hidrograma Tr 100 años

Tabla 23. Datos hidrograma Tr 100 años

Fecha	Tiempo	PPT (mm)	Perdidas (mm)	Exceso (mm)	Flujo Directo (m3/s)	Flujo Base (m3/s)	Flujo Total (m3/s)
08nov.2021	00:00				0	0	0
08nov.2021	00:15		0	0	0	0	0
08nov.2021	00:30	0,45	0,46	0	0	0	0
08nov.2021	00:45	0,46	0,46	0	0	0	0
08nov.2021	01:00	2,15	2,15	0	0	0	0
08nov.2021	01:15	6,4	6,14	0	0	0	0
08nov.2021	01:30	7,37	7,37	0	0	0	0
08nov.2021	01:45	2,76	2,76	0	0	0	0
08nov.2021	02:00	1,84	1,78	0,06	0,1	0	0,1
08nov.2021	02:15	3,07	2,83	0,24	0,6	0	0,6
08nov.2021	02:30	3,69	3,18	0,51	2,4	0	2,4
08nov.2021	02:45	0	0	0	5,4	0	5,4

Fecha	Tiempo	PPT (mm)	Perdidas (mm)	Exceso (mm)	Flujo Directo (m3/s)	Flujo Base (m37s)	Flujo Total (m3/s)
08nov.2021	03:00	0	0	0	9,6	0	9,6
08nov.2021	03:15	0	0	0	13,9	0	13,9
08nov.2021	03:30	0	0	0	16,5	0	16,5
08nov.2021	03:45	0	0	0	17,1	0	17,1
08nov.2021	04:00	0	0	0	16,3	0	16,3
08nov.2021	04:15	0	0	0	14,2	0	14,2
08nov.2021	04:30	0	0	0	11,7	0	11,7
08nov.2021	04:45	0	0	0	8,9	0	8,9
08nov.2021	05:00	0	0	0	6,7	0	6,7
08nov.2021	05:15	0	0	0	5,1	0	5,1
08nov.2021	05:30	0	0	0	4	0	4
08nov.2021	05:45	0	0	0	3,1	0	3,1
08nov.2021	06:00	0	0	0	2,4	0	2,4
08nov.2021	06:15	0	0	0	1,8	0	1,8
08nov.2021	06:30	0	0	0	1,4	0	1,4
08nov.2021	06:45	0	0	0	1,1	0	1,1
08nov.2021	07:00	0	0	0	0,8	0	0,8
08nov.2021	07:15	0	0	0	0,7	0	0,7
08nov.2021	07:30	0	0	0	0,5	0	0,5
08nov.2021	07:45	0	0	0	0,4	0	0,4
08nov.2021	08:00	0	0	0	0,3	0	0,3
08nov.2021	08:15	0	0	0	0,2	0	0,2
08nov.2021	08:30	0	0	0	0,2	0	0,2
08nov.2021	08:45	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	09:00	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	09:15	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	09:30	0	0	0	0,1	0	0,1
08nov.2021	09:45	0	0	0	0	0	0
08nov.2021	10:00	0	0	0	0	0	0

8 Conclusiones

- La subcuenca cuenca del río Cocora al punto de ubicación del Viaducto No. 6 ubicado en el municipio de Ibagué-Tolima, es una cuenca de tamaño grande, teniendo un área de 161,66 km², que se encuentra en zona rural lo que favorece la preservación del recurso hídrico en cantidad y calidad.
- La subcuenca presenta un carácter montañoso en la parte alta, esto produce pendientes medias en la extensión de la cuenca, las pendientes medias influyen en la velocidad del flujo y ello determina la capacidad de arrastre de sedimentos. La curva hipsométrica de la cuenca la representa como cercana al equilibrio, esto quiere decir que existe un equilibrio entre el material sólido que se produce y el material que se deposita.
- Los datos de precipitación con quienes se cuenta para el análisis de las lluvias poseen más de 34 años de datos y una confiabilidad alta según el IDEAM quien es el organismo que los monitorea.
- Es importante aclarar que el método racional utilizado para el cálculo del caudal es un método para caudales máximos y, por tanto, tiende a sobreestimar el valor real del resultado. El caudal obtenido representa un aproximado del caudal que maneja el río Cocora en el punto de paso del Viaducto No. 6 con un periodo de retorno de 25 años, el valor obtenido es de 106,31 m³/s.
- Para una obra hidráulica, según el RAS 2017, se toma un periodo de retorno de 25 años, por tanto, son los datos que se tendrán en cuenta para el caudal final, sin embargo se realizaron modelaciones con periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años.

- Se considera más preciso el método del hidrograma unitario del SCS, ya que considera más factores para el cálculo final de caudal, además de distribuirlo en el tiempo de duración de la tormenta. Para el periodo de retorno de 25 años se obtiene un caudal total de 119 m^3 en el tiempo de duración del evento, y un caudal pico de $14 \text{ m}^3/\text{s}$.

9. Bibliografía

Ana Beatriz Ortega Acacio, M. Á. (2014). Regionalización de factores de reducción por área en una cuenca hidrográfica de Venezuela. *INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL*, 94-106.

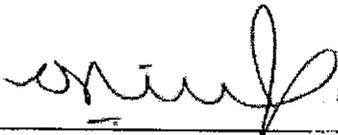
Departamento de agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales. (2017). *Manual Nacional de Ingeniería*.

Días Carvajal, Á., & Mercado Fernández, T. (2017). Determinación del número de curva en la subcuenca de Betancí (Córdoba, Colombia) mediante teledetección y SIG. *Ingeniería y desarrollo*.

HUFF, F. A. (1990). Time Distributions of Heavy Rainstorms.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú. (2008). *MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE*.

Es el informe.



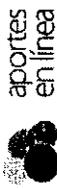
Luisa Fernanda Parra Gómez

Ingeniera Civil

Especialista en Ingeniería Hidráulica y Ambiental

M.P. No. 051037-0504330





Planilla Integrada

DATOS GENERALES DEL APORTANTE									
Identificación	dy	Razon Social	Clase Aportante	Sucursal Principal	Direccion	Ciudad-Departamento	Teléfono	Exonerado SENA e ICBF	
CC 110930022		PARRA GOMEZ LUISA FERNANDA	INDEPENDIENTE	PRINCIPAL	CARRERA 5 # 5 57	FRESNO-TOJIMA	2580527	No	
DATOS GENERALES DE LA LIQUIDACION									
Periodo	Clave	Tipo	Fecha	Pago	Valor				
Período	Salud	Planilla	Limite	Banco	Dias Mora				
2021-11	1209461774	9456083630	2021/12/07	2021/11/18	BANCOLOMBIA				

LIQUIDACION DETALLADA DE APORTES																							
EMPLEADO																							
No.	Tipo Id	No Id	Nombre	Tipo cotizante	Horas Laboradas	Extranjero	Temp. Jero	Ext.	Fecha Radicación en el Exterior	Fecha sig	ret	Fecha rec	Fecha Inicio cor	Fin sin	Fecha Inicio sin	Fecha Fin sin	Fecha Inicio vac-lr	Fecha Fin vac-lr	Fecha Inicio vac-lr	Fecha Fin vac-lr	Fecha Inicio vac-lr	Fecha Fin vac-lr	
1	CC	110930022	PARRA GOMEZ LUISA FERNANDA	Independiente	0	Na	No																
Total Afiliados(1)																							

SALARIO				PENSION										SALUD														
Fecha Inicio	Fecha Fin	Fecha Inicio	Fecha Fin	Valor	Bases	Tipo de Salario	Administradora	Día	IBC	Tarifa	Tarifa	Tarifa	Valor Cotización	Cotización	Cotización	Fondo	Fondo	Fondo	Valor No	Total	AFT Destino	Administradora	Días	IBC	Tarifa	Valor	Valor	
vcc	vcc	ff	ff	v/p	m					Alto	Riesgo	Pensión		Empleado	Afiliado	Subsistencia	Salud	Salud	reemb.							Cotización	Valor	
				\$ 1.400.000	No		COOPERATIVAS	30	\$ 1.400.000	1685IN	RIESGO		\$ 236.800	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 236.800			30	\$ 1.400.000	12,3%	\$ 185.000	\$ 185.000
																					\$ 236.800						\$ 185.000	\$ 185.000



Planilla Integrada

EPS Destino	CCF				RIESGOS				PARAFISCALES						Exonerado SECE e ICBF									
	Administradora	Días	IBC	Tarifa	Valor Contación	Administradora	Días	IBC	Tarifa	Clase Riesgo	Valor Contación	Días	IBC	Tarifa SENA		Valor Contación SENA	Tarifa ICBF	Valor Contación ICBF	Tarifa ESAP	Valor Contación ESAP	Tarifa AFEN	Valor Contación AFEN		
Total																								
\$ 185.000					\$ 0				0%	2	\$ 0				\$ 0	0%	\$ 0	0%	50	0%	50	0%	50	No
\$ 185.000					\$ 0						\$ 0				\$ 0				\$ 0		\$ 0		\$ 0	

DATOS GENERALES DEL APORTANTE										
Identificación	DV	Razon Social	Clase Aportante	Sucursal Principal	Dirección	Ciudad-Departamento	Teléfono	Exonerado SENAE e ICBF		
CC 119330022		PARRA GOMEZ LUISA FERNANDA	INDEPENDIENTE	PRINCIPAL	CARRERA 5 # 9 57	FRESNO-TOLIMA	2580527	No		
DATOS GENERALES DE LA LIQUIDACION										
Periodo	Clave	Tipo	Fecha	Pago	Banco	Dias Mora	Pago			Valor
2021-11	1208461774	1	2021/12/07	2021/11/18	BANCOLOMBIA	0				\$421,800

RESUMEN DE PAGO

RIESGO	CODIGO	NIT	DV	AFILIADOS	VALOR LIQUIDADO	INTERESES MORA	SALDOS E INCAPACIDADES	VALOR A PAGAR
AFP (ADMINISTRADORAS: 1)					\$236,800	\$0	\$0	\$236,800
COLPENSIONES	25-14	900,336,004	7	1	\$236,800	\$0	\$0	\$236,800
EPS (ADMINISTRADORAS: 1)					\$185,000	\$0	\$0	\$185,000
EPS SURA (ANTES SJSALUD)	EPS010	800,088,702	2	1	\$185,000	\$0	\$0	\$185,000
TOTAL				1	\$421,800	\$0	\$0	\$421,800



FICHA TECNICA DE EVALUACION Y REEVALUACION DE PROVEEDORES

CÓDIGO: GJ-R-056

FECHA VIGENCIA:

15/07/2021

VERSIÓN: 01

Página 1 de 4

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

Evaluación:

Fecha evaluación 23/11/2021

Reevaluación:

Fecha de Reevaluación

Acta Parcial X

Acta Final

INFORMACION DEL CONTRATO

NUMERO Y FECHA: 064 DEL 06 DE MAYO DE 2021

NOMBRE DEL PROVEEDOR O CONTRATISTA: LUISA FERNANDA PARRA GÓMEZ

C.C.1.109.300.222

FECHA DE INICIO: 20 DE MAYO DE 2021

FECHA DE TERMINACION: 19 DE NOVIEMBRE DE 2021

OBJETO DEL CONTRATO : "CONTRATAR LOS SERVICIOS DE UN PROFESIONAL JUNIOR GRADO 2 EN INGENIERÍA CIVIL, PARA FORTALECER LOS PROCESOS QUE TIENE A CARGO LA DIRECCIÓN DE PLANEACION EN LA EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO IBAL S.A.E.S.P OFICIAL".

CLASE DE CONTRATO

- 1. PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES Y APOYO A LA GESTION
- 2. SUMINISTRO Y ADQUISICION
- 3. ARRENDAMIENTO
- 4. CONSULTORIA E INTERVENTORIA
- 5. SERVICIO
- 6. SEGUROS
- 7. INTERMEDIARIO DE SEGUROS
- 8. OBRA PUBLICA

X

ASPECTOS A EVALUAR DEL CONTRATISTA

PUNTAJE 2= MALO 3= REGULAR 4= BUENO 5= EXCELENTE

1. PRESTACION DE SERVICIOS PROFESIONALES Y APOYO A LA GESTION

CRITERIOS CUMPLIMIENTO Y OPORTUNIDAD	PUNTAJE	CRITERIOS EN LA EJECUCION DEL CONTRATO	PUNTAJE
OPORTUNIDAD EN EL SERVICIO	4,8	PRESENTACION DE INFORMES DE AVANCE	4,8
TIEMPO DE RESPUESTA A REQUERIMIENTOS	4,5	ATENCION DE REQUERIMIENTOS	4,8
CUMPLIMIENTO EN LOS TERMINOS PARA LEGALIZAR EL CONTRATO Y SUS ADICIONES	4,8	PAGO OPORTUNO DE LA SEGURIDAD SOCIAL	4,8
TOTAL PROMEDIO	4,7	ENTREGA OPORTUNA DE FACTURA	4,8
		CUMPLIMIENTO A LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTION	4,8
		CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	4,8
CRITERIOS DE CALIDAD	PUNTAJE	TOTAL PROMEDIO	4,8
CALIDAD Y/O CONFORMIDAD EN LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	4,8		
TOTAL PROMEDIO	4,8	EVALUACION TOTAL	4,80

ANALISIS DEL RESULTADO DE LA EVALUACION REEVALUACION x POR PARTE DEL SUPERVISOR Y/O INTERVENTOR (Cuando un contrato cuente con Interventor y supervisor, este criterio debe ser diligenciado por los dos, en sus respectivas calidades):
Cumple Actividades

OBSERVACIONES AL RESULTADO DE LA EVALUACION REEVALUACION x POR PARTE DEL CONTRATISTA: Cumple

INTERPONE RECURSO DE REPOSICION SI NO

INTERPONE RECURSO DE APELACION SI NO



FICHA TECNICA DE EVALUACION Y REEVALUACION DE PROVEEDORES

CÓDIGO: GJ-R-056

FECHA VIGENCIA:

15/07/2021

VERSIÓN: 01

Página 1 de 4

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

NOTA INFORMATIVA: (Aplica unicamente para la reevaluacion) De conformidad con el artículo 7 de la resolución que reglamenta el procedimiento para la evaluación y reevaluación de proveedores la calificación de la reevaluación de proveedores, tendrá los siguientes efectos: El contratista o Proveedor que obtenga como resultado de la reevaluación puntaje de 3 o superior, será tenido en cuenta para contratar con el IBAL S.A. E.S.P. OFICIAL. El contratista que en el proceso de reevaluación obtenga un promedio de calificación inferior a tres (3), será suspendido por un término igual al plazo total del contrato ejecutado. En todo caso el término de suspensión no podrá ser inferior a seis (6) meses. Durante el término de la suspensión el contratista no se podrá presentar a participar como proponente individual o plural (Consortio, Unión Temporal, Promesa de Sociedad Futura u otra) en procesos de selección que adelante el IBAL S.A. E.S.P. OFICIAL.

La Suspensión a que hace referencia el presente artículo se extenderá por igual termino a cada uno de los integrantes de Consortios o Uniones Temporales que en el proceso de reevaluación hayan obtenido una calificación inferior a tres (3).

Los efectos mencionados en la nota anterior aplican para la reevaluación de este contrato, de acuerdo con la fecha de su suscripción.

SI

NO

NOMBRES APELLIDOS Y FIRMA DEL SUPERVISOR Y/O INTERVENTOR

JOSÉ RODRIGO HERRERA MEJÍA
DIRECTOR DE PLANEACIÓN

NOMBRES APELLIDOS Y FIRMA DEL CONTRATISTA

LUISA FERNANDA PARRA GÓMEZ

CUENTA DE COBRO N. 06

**EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO - IBAL S.A E.S.P.
OFICIAL**

NIT: 800.089.809-6

DEBE A:

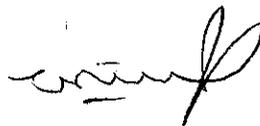
**LUISA FERNANDA PARRA GÓMEZ
C.C. 1.109.300.222**

LA SUMA DE: TRES MILLONES SETECIENTOS MIL PESOS (\$ 3.700.000) M/CTE.

POR CONCEPTO DE: Honorarios en virtud del contrato de prestación de servicios profesionales N. 064 del 06 de mayo de 2021, cuyo objeto es: CONTRATAR LOS SERVICIOS DE UN PROFESIONAL JUNIOR GRADO 2 EN INGENIERÍA CIVIL, PARA FORTALECER LOS PROCESOS QUE TIENE A CARGO LA DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN EN LA EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO IBAL S.A E.S. P OFICIAL.

Ibagué,

43 NOV 2021



**LUISA FERNANDA PARRA GÓMEZ
C.C. 1.109.300.222 de Fresno**

