



# POMCA

## RÍO SUCIO ALTO



El ambiente  
es de todos

Minambiente



## FASE DE DIAGNÓSTICO

### INFORME MORFOMETRÍA Y PENDIENTES

NOVIEMBRE DE 2019

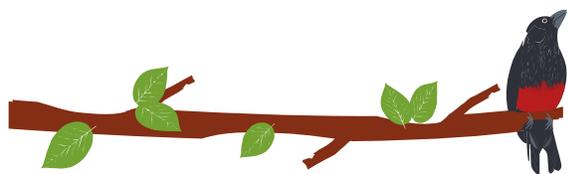
CONTRATO No: 200-10-01-09-0240-2017

CONESTUDIOS S.A.S

NIT.811.044.748-1

PBX: 456 18 27

Carrera 46#45 #10. Oficinas 211-212. Bello, Antioquia



## FASE DE DIAGNÓSTICO

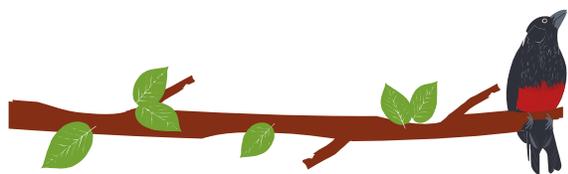
### TOMO I

#### REGISTRO DE APROBACIÓN:

Versión N°	Elaboró:	Revisó: (Pendiente)	Aprobó: (Pendiente)	Fecha:
		CONESTUDIOS S.A.	CORPOURABA	Entidad: Funcionario: Cargo:

#### REGISTRO DE MODIFICACIONES:

REVISIÓN		DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES
Número	Fecha	
1	00/00/2018	Ajustes de acuerdo a concepto técnico de CORPOURABA n° _____ del (dd/mm/aaaa) _____
2	00/00/2018	Ajustes de acuerdo a concepto técnico de CORPOURABA n° _____ del (dd/mm/aaaa) _____



## TABLA DE CONTENIDO

1.5	MORFOMETRÍA.....	8
1.5.1	Índices morfométricos .....	8
1.5.2	Caracterización morfométrica cuenca (Nivel 01) .....	14
1.5.3	Caracterización morfométrica Subcuencas (Nivel 02).....	16
1.5.4	Caracterización morfométrica Microcuencas (Nivel 03).....	72
1.5.5	Conclusiones .....	94
1.6	PENDIENTES .....	94
3.1.1	Descripción del rango de pendientes en porcentaje .....	94
3.1.2	Descripción de pendientes en grados.....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Perfil longitudinal del cauce principal río Sucio Alto. Elaboración propia .....	15
Figura 2	Curva hipsométrica e histograma de elevación río Sucio Alto. Elaboración propia .....	16
Figura 3	Perfil longitudinal del cauce principal río Choromandó. Elaboración propia ...	17
Figura 4	Curva hipsométrica e histograma de elevación río Choromandó. Elaboración propia .....	17
Figura 5	Perfil longitudinal del cauce principal río Choromando. Elaboración propia ...	19
Figura 6	Curva hipsométrica e histograma de elevación río Choromando. Elaboración propia .....	19
Figura 7	Perfil longitudinal del cauce principal quebrada Beiba Viejo. Elaboración propia .....	21
Figura 8	Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada Beiba Viejo. Elaboración propia .....	21
Figura 9	Perfil longitudinal del cauce principal río Verde Bajo Elaboración propia.....	23
Figura 10	Curva hipsométrica e histograma de elevación río Verde Bajo. Elaboración propia .....	23
Figura 11	Perfil longitudinal del cauce principal río Verde Alto .....	25
Figura 12	Curva hipsométrica e histograma de elevación río Verde Alto .....	25
Figura 13	Perfil longitudinal del cauce principal río Musinga. Elaboración propia .....	27
Figura 14	Curva hipsométrica e histograma de elevación río Musinga. Elaboración propia .....	27
Figura 15	Perfil longitudinal del cauce principal río Frontino. Elaboración propia .....	29
Figura 16	Curva hipsométrica e histograma de elevación río Frontino. Elaboración propia .....	29



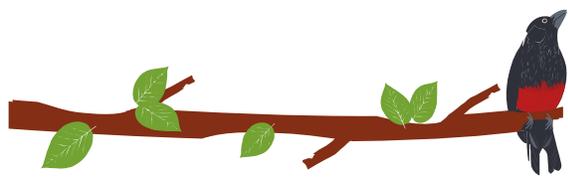


Figura 17 Perfil longitudinal del cauce principal río La Herradura. Elaboración propia . 31

Figura 18 Curva hipsométrica e histograma de elevación río La Herradura. Elaboración propia ..... 31

Figura 19 Perfil longitudinal del cauce principal río Cañas Gordas. Elaboración propia 33

Figura 20 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Cañas Gordas. Elaboración propia ..... 33

Figura 21 Perfil longitudinal del cauce principal río Chuza. Elaboración propia ..... 35

Figura 22 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Chuza. Elaboración propia ..... 35

Figura 23 Perfil longitudinal del cauce principal río Santo Domingo. Elaboración propia ..... 37

Figura 24 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Santo Domingo. Elaboración propia ..... 37

Figura 25 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada El Indio. Elaboración propia 39

Figura 26 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada El Indio. Elaboración propia ..... 39

Figura 27 Perfil longitudinal del cauce principal río Urama Alto. Elaboración propia ... 41

Figura 28 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Urama Alto. Elaboración propia ..... 41

Figura 29 Perfil longitudinal del cauce principal río Paramo. Elaboración propia ..... 43

Figura 30 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Paramo. Elaboración propia ..... 43

Figura 31 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada Playones. Elaboración propia ..... 45

Figura 32 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada Playones. Elaboración propia ..... 45

Figura 33 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada de Chimiado. Elaboración propia ..... 47

Figura 34 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada de Chimiado. Elaboración propia ..... 47

Figura 35 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada Antado. Elaboración propia 49

Figura 36 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada Antado. Elaboración propia ..... 49

Figura 37 Perfil longitudinal del cauce principal río Quiparado. Elaboración propia ..... 51

Figura 38 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Quiparado. Elaboración propia ..... 51

Figura 39 Perfil longitudinal del cauce principal río Santo Domingo. Elaboración propia ..... 53

Figura 40 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Santo Domingo. Elaboración propia ..... 53

Figura 41 Perfil longitudinal del cauce principal Directos Rio Sucio - Q. Ambalema. Elaboración propia ..... 55



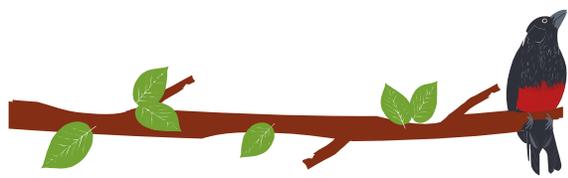


Figura 42 Curva hipsométrica e histograma de elevación Directos Rio Sucio - Q. Ambalema. Elaboración propia .....	55
Figura 43 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada Noboga. Elaboración propia	57
Figura 44 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada Noboga. Elaboración propia .....	57
Figura 45 Perfil longitudinal del cauce principal río Sucio. Elaboración propia.....	59
Figura 46 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Sucio. Elaboración propia .....	59
Figura 47 Perfil longitudinal del cauce principal río Uramita. Elaboración propia .....	61
Figura 48 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Uramita. Elaboración propia .....	61
Figura 49 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada La Esperanza. Elaboración propia .....	63
Figura 50 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada La Esperanza. Elaboración propia .....	63
Figura 51 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada Encalichada. Elaboración propia .....	65
Figura 52 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada Encalichada. Elaboración propia .....	65
Figura 53 Perfil longitudinal del cauce principal Directos Rio Sucio - Q. Murrabal - Q. Caliche.....	67
Figura 54 Curva hipsométrica e histograma de elevación Directos Rio Sucio - Q. Murrabal - Q. Caliche .....	67
Figura 55 Perfil longitudinal del cauce principal río Urama Bajo. Elaboración propia ...	69
Figura 56 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Urama Bajo. Elaboración propia .....	69
Figura 57 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada Carra .....	71
Figura 58 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada Carra. Elaboración propia .....	71
Figura 59 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Cerrazón. Elaboración propia .....	73
Figura 60 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Cerrazón. Elaboración propia .....	73
Figura 61 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Golondrina. Elaboración propia ....	75
Figura 62 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Golondrina. Elaboración propia .....	75
Figura 63 Perfil longitudinal del cauce principal Q. La Carmelita. Elaboración propia ..	77
Figura 64 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. La Carmelita. Elaboración propia .....	77
Figura 65 Perfil longitudinal del cauce principal Q. La Piedrahita. Elaboración propia .	79
Figura 66 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. La Piedrahita. Elaboración propia .....	79
Figura 67 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Auyameras. Elaboración propia ....	81



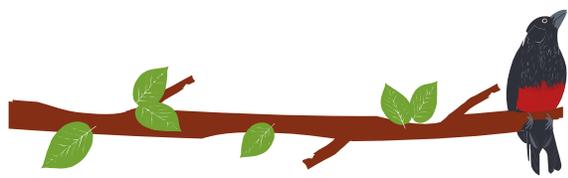


Figura 68 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Auyameras. Elaboración propia .....	81
Figura 69 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Los Chorros. Elaboración propia ...	83
Figura 70 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Los Chorros. Elaboración propia .....	83
Figura 71 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Media Cuesta. Elaboración propia .	85
Figura 72 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Media Cuesta. Elaboración propia .....	85
Figura 73 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Apucarpo. Elaboración propia .....	87
Figura 74 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Apucarpo. Elaboración propia .....	87
Figura 75 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Palmichal. Elaboración propia .....	89
Figura 76 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Palmichal. Elaboración propia .....	89
Figura 77 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Antado. Elaboración propia .....	91
Figura 78 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Antado. Elaboración propia .....	91
Figura 79 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Oso. Elaboración propia .....	93
Figura 80 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Oso. Elaboración propia .	93
Figura 81. Comportamiento espacial de los Rangos de pendiente (en porcentaje) en el POMCA Río Sucio Alto. Elaboración Propia.....	96
Figura 82. Rango de pendientes en grados y su escala de colores adoptados para el proyecto POMCA Río Sucio Alto. Elaboración Propia.....	97
Figura 83. Salida gráfica de modelo de pendientes (calculada en grados) para el área del proyecto POMCA Río Sucio Alto. Elaboración propia.....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación en función del área geométrica .....	8
Tabla 2 Clasificación de cuenca de la FAO en función del índice de compacidad .....	9
Tabla 3 Resultados morfométricos Cuenca río Sucio Alto.....	14
Tabla 4 Resultados morfométricos subcuenca río Choromandó .....	16
Tabla 5 Resultados morfométricos subcuenca río Choromando .....	18
Tabla 6 Resultados morfométricos subcuenca Directos Rio Sucio - Q. Beiba Viejo - Q. El Pital .....	19
Tabla 7 Resultados morfométricos subcuenca río Verde Bajo .....	21
Tabla 8 Resultados morfométricos subcuenca río Verde Alto .....	23
Tabla 9 Resultados morfométricos subcuenca río Musinga.....	25
Tabla 10 Resultados morfométricos subcuenca río Frontino.....	27



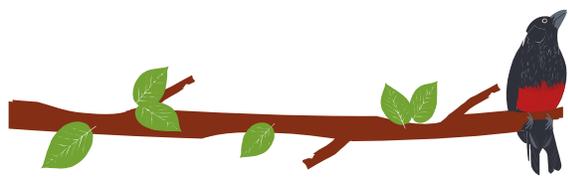


Tabla 11 Resultados morfométricos subcuenca río La Herradura .....	29
Tabla 12 Resultados morfométricos subcuenca río Cañas Gordas .....	31
Tabla 13 Resultados morfométricos subcuenca río Chuza .....	33
Tabla 14 Resultados morfométricos subcuenca río Santo Domingo .....	35
Tabla 15 Resultados morfométricos subcuenca quebrada El Indio .....	37
Tabla 16 Resultados morfométricos subcuenca río Urama Alto.....	39
Tabla 17 Resultados morfométricos subcuenca río Paramo.....	41
Tabla 18 Resultados morfométricos subcuenca quebrada Playones .....	43
Tabla 19 Resultados morfométricos subcuenca quebrada de Chimiado .....	45
Tabla 20 Resultados morfométricos subcuenca quebrada Antado .....	47
Tabla 21 Resultados morfométricos subcuenca río Quiparado .....	49
Tabla 22 Resultados morfométricos subcuenca río Santo Domingo.....	51
Tabla 23 Resultados morfométricos subcuenca Directos Rio Sucio - Q. Ambalema ....	54
Tabla 24 Resultados morfométricos subcuenca quebrada Noboga .....	55
Tabla 25 Resultados morfométricos subcuenca río Sucio.....	57
Tabla 26 Resultados morfométricos subcuenca río Uramita .....	59
Tabla 27 Resultados morfométricos subcuenca quebrada La Esperanza .....	61
Tabla 28 Resultados morfométricos subcuenca quebrada Encalichada .....	63
Tabla 29 Resultados morfométricos subcuenca Directos Rio Sucio - Q. Murrabal - Q. Caliche.....	65
Tabla 30 Resultados morfométricos subcuenca río Urama Bajo.....	67
Tabla 31 Resultados morfométricos subcuenca Directos Rio Sucio - Q. Carra.....	69
Tabla 32 Resultados morfométricos microcuenca Q. Cerrazón .....	72
Tabla 33 Resultados morfométricos microcuenca Q. Golondrina.....	73
Tabla 34 Resultados morfométricos microcuenca Q. La Carmelita .....	75
Tabla 35 Resultados morfométricos microcuenca Q. La Piedrahita.....	77
Tabla 36 Resultados morfométricos microcuenca Q. Auyameras .....	79
Tabla 37 Resultados morfométricos microcuenca Q. Los Chorros .....	81
Tabla 38 Resultados morfométricos microcuenca Q. Media Cuesta .....	83
Tabla 39 Resultados morfométricos microcuenca Q. Apucarpo.....	85
Tabla 40 Resultados morfométricos microcuenca Q. Palmichal.....	87
Tabla 41 Resultados morfométricos microcuenca Q. Antado .....	89
Tabla 42 Resultados morfométricos microcuenca Q. Oso.....	91
Tabla 43. Datos de superficie en ha y ha en porcentaje para los rangos de pendiente en el POMCA Río Sucio Alto. ....	95
Tabla 44. Estadísticas cálculo de pendientes en grados.....	97

## 1.5 MORFOMETRÍA

Las características de una cuenca y de las corrientes que forman el sistema hidrográfico pueden representarse cuantitativamente mediante índices de forma y relieve de la cuenca y de la conexión con la red fluvial. Muchos de los índices son razones matemáticas, por lo que pueden utilizarse para caracterizar y comparar cuencas de diferentes tamaños.

El ingeniero e hidrólogo Estadounidense Robert E. Horton fue el primero que estableció un método cuantitativo para analizar las redes de drenaje. Esta clasificación de las corrientes, desarrollada a comienzos de la década de 1940, establece una estructura jerárquica (Chow, 1994). Horton estableció en 1945 las leyes estadísticas de la composición de las redes de drenaje en las que relacionaba la categoría, número, longitud y área de drenaje de las corrientes. Las leyes de Horton, como se han denominado, fueron modificadas y ampliadas con posterioridad, principalmente por los investigadores estadounidenses A. N. Strahler y R. L. Shreve.

La morfometría hidrográfica actual tiende a centrarse en el área, longitud, forma, atributos del relieve y densidad de drenaje de la cuenca. La importancia de este tipo de caracterizaciones radica, en la inferencia que genera sobre fenómenos de inundaciones, por ejemplo.

### 1.5.1 Índices morfométricos

En adelante, se describen algunos parámetros morfométricos para hidrología (Domínguez C., 2010). Los parámetros fueron obtenidos a través de la aplicación ArcHydro Tools (Hydrologic Engineering Center (HEC), 2013), además de ArcGis 10.2 (Environmental Systems Research Institute (ESRI), 2011) y Grass GIS 6.4.3 (GRASS Development Team, 2012) con base al modelo digital de terreno de resolución de 12,5 metros (Farr Tom G., Rosen Paul A., 2007) y la base hidrográfica IGAC utilizada a escala 1:25.000.

Este capítulo se aborda de la siguiente manera: se presenta un marco conceptual de los parámetros, índices y demás características físicas y morfométricas de las subcuencas y microcuencas jerarquizadas; luego en formato tabla se listan por temática, cada uno de los parámetros por unidad hidrográfica, en cuanto a superficie, red hídrica e índices.

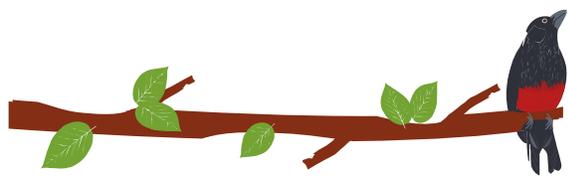
#### 1.5.1.1 Área de la cuenca – Área aferente (A)

Este parámetro resulta ser uno de los más importantes ya que está directamente relacionado con los procesos hidrológicos que se dan al interior de ella (Reyes T., Barroso, & Carvajal E., 2010), el mismo autor propone una clasificación en función del área (Tabla 1).

Tabla 1 Clasificación en función del área geométrica

Área (km <sup>2</sup> )	Unidad hidrológica
<5	Unidad
5-20	Sector
20-100	Microcuenca
100-300	Subcuenca
>300	Cuenca

Fuente: (Reyes T. et al., 2010)



### 1.5.1.2 Longitud del cauce principal ( $L_t$ )

Es la distancia del recorrido que hace el cauce principal desde su nacimiento hasta su desembocadura medida en kilómetros. Usualmente  $L_t$  presenta un grado de sinuosidad, el cual se representa a través del coeficiente de sinuosidad  $K_s$  que constituye la relación entre la distancia total configurada por el recorrido de la corriente  $L_t$ , sobre la distancia lineal desde el nacimiento hasta la desembocadura  $L_l$  (Domínguez, 2010), Ecuación 1.

$$K_s = \frac{L_t}{L_l}$$

Ecuación 1 Coeficiente de Sinuosidad

### 1.5.1.3 Ancho medio de la cuenca ( $B$ )

Se determina cómo el cociente entre el área de la cuenca y la longitud lineal de la corriente principal (Ecuación 2).

$$B = \frac{A}{L_l}$$

Ecuación 2 Ancho medio de la cuenca

Este dato por sí solo no representa un parámetro de caracterización, sin embargo, para el desarrollo de algunos modelos hidrológicos es un valor necesario para evaluar el proceso lluvia-escorrentía.

### 1.5.1.4 Elongación de la cuenca o coeficiente de forma ( $\sigma$ )

Se calcula como el cociente entre la longitud lineal de la corriente principal y el ancho medio de la cuenca (Ecuación 3). Este coeficiente trata de evaluar cuán parecida es la forma de la cuenca a un cuadrado, al igual que el coeficiente es usado para modelos lluvia-escorrentía con el fin de estimar parámetros para el tránsito de caudales.

$$\sigma = \frac{L_l}{B} = \frac{L_l^2}{A} \quad \text{Ecuación (3) Coeficiente de forma}$$

### 1.5.1.5 Coeficiente de compacidad ( $K_c$ )

Es la relación entre la longitud del perímetro de la cuenca ( $P_{cuenca}$ ) y el perímetro de un círculo con área equivalente a la de la cuenca ( $P_{circulo}$ ), (Ecuación 4).

$$k_c = \frac{P_{cuenca}}{P_{circulo}} = \frac{P_{cuenca}}{2\sqrt{\pi A}} = 0.28 \frac{P_{cuenca}}{\sqrt{A}} \quad \text{Ecuación (4) Coeficiente de compacidad}$$

Tabla 2 Clasificación de cuenca de la FAO en función del índice de compacidad

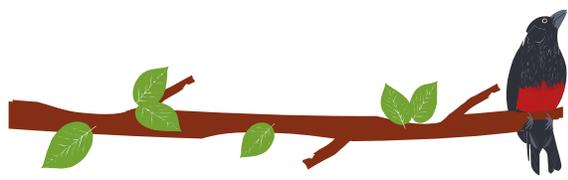
Tipo	Rango	Descripción
KC <sub>1</sub>	1.00 – 1.25	Redonda a oval redonda
KC <sub>2</sub>	1.26 – 1.50	Oval redonda a oval oblonga
KC <sub>3</sub>	1.51 – 1.75	Oval oblonga a rectangular oblonga
KC <sub>4</sub>	> 1.75	Rectangular oblonga

Fuente: (FAO, 1985)

### 1.5.1.6 Perfil longitudinal del cauce principal

Este perfil muestra la evolución de las cotas de altitud del cauce principal. El corte longitudinal, se puede construir con base en batimetrías realizadas en campo o en su





defecto con base en los modelos de elevación digital mundiales. El levantamiento de campo del perfil longitudinal puede realizarse para toda la corriente o en su defecto para tramos característicos. Los tramos característicos se pueden delimitar de acuerdo con los sitios de cambios fuertes en las profundidades del río, puntos de socavación o acumulación, lugares con cambio en el ancho superior del cauce, etc. Para construir el perfil longitudinal, con una línea recta horizontal, según la escala seleccionada, se expresa la longitud de la corriente. En el eje vertical se representan las cotas del fondo del río o del nivel del agua para cada punto de la corriente donde se tenga información (Domínguez, 2010).

#### 1.5.1.7 Altura del cauce principal ( $H_{cauce}$ )

Se calcula como la altura promedio de los tramos característicos utilizados en la construcción del perfil longitudinal del cauce principal. Para las corrientes con muchos cambios de altura en el recorrido del cauce principal se calcula la pendiente promedio ponderada con base en las frecuencias relativas producto de la agrupación en clases (usualmente entre 8 a 12 clases) de los valores de altura tomados en los tramos característicos (Domínguez, 2010), Ecuación 5.

$$H_{cauce} = H_1f_1 + H_2f_2 + \dots + H_nf_n$$

Ecuación 5 Altura promedio ponderada del cauce<sup>1</sup>

#### 1.5.1.8 Pendiente del cauce principal ( $I_{cauce}$ )

Por pendiente se entiende el cociente entre los incrementos de alturas/cotas y los incrementos de longitud de la corriente para un tramo determinado. Se distingue la pendiente promedio y pendiente promedio ponderada. La pendiente promedio  $I_{cauce}$  es el cociente entre la caída de alturas/cotas  $\Delta H$  sobre la longitud del tramo  $\Delta L$  en la que esta caída ocurre (Domínguez, 2010), Ecuación 6.

$$I_{cauce} = \frac{\Delta H}{\Delta L}$$

Ecuación 6 Pendiente promedio del cauce principal

Para las corrientes con muchos cambios de pendiente se calcula pendiente promedio ponderada. Ésta utiliza las frecuencias relativas producto de la agrupación en clases (usualmente entre 8 a 12 clases) para ponderar los valores de pendiente calculados (Domínguez, 2010), Ecuación 7.

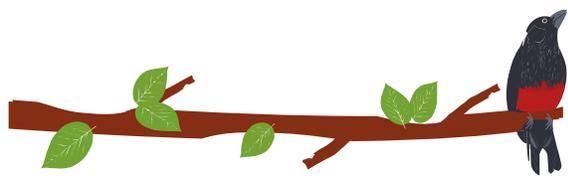
$$I_{cauce} = I_1f_1 + I_2f_2 + \dots + I_nf_n$$

Ecuación 7 Pendiente promedio ponderada del cauce principal<sup>2</sup>

La pendiente del cauce es uno de los factores importantes que inciden en la capacidad que tiene el flujo para transportar sedimentos, por cuanto está relacionada directamente con la velocidad del agua. En los tramos de pendiente fuerte los cauces tienen pendientes superiores al 5 %, y las velocidades de flujo resultan tan altas que pueden mover como carga de fondo sedimentos de diámetros mayores de 5 centímetros, además de los

<sup>1</sup>  $H_i$  es la cota de altura en la mitad del intervalo de cada clase y  $f_i$  es la frecuencia que le corresponde a ese intervalo.

<sup>2</sup>  $I_i$  es la pendiente en la mitad del intervalo de cada clase y  $f_i$  es la frecuencia que le corresponde a ese intervalo.



sólidos que ruedan por desequilibrio gracias al efecto de lubricación producido por el agua (Reyes T. et al., 2010).

#### 1.5.1.9 Índice de alargamiento ( $I_a$ )

Este índice propuesto por Horton relaciona la longitud máxima encontrada en la cuenca medida en el sentido del río principal y el ancho máximo de ella medido perpendicularmente; se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$I_a = \frac{Lm}{B}$$

Ecuación 8. Índice de alargamiento

$I_a$  = índice de alargamiento

$Lm$  = longitud máxima de la cuenca

$B$  = Ancho de la cuenca

Cuando  $I_a$ , toma valores mucho mayores a la unidad, se trata de cuencas alargadas, mientras que para valores cercanos a 1, se trata de cuencas cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y puede tenerse un cauce principal corto (Domínguez C., 2010).

#### 1.5.1.10 Índice de asimetría ( $I_{as}$ )

Este índice propuesto por F. Terns, resulta del cociente de dividir el área de las vertientes mayor ( $A_{(+)}$ ) y menor ( $A_{(-)}$ ), las cuales son separadas por el cauce principal.

$$I_{as} = \frac{A_{(+)}}{A_{(-)}}$$

Ecuación 9. Índice asimétrico

Las cuencas de drenaje son sensibles a la deformación tectónica y el patrón de sus cauces se verá afectado en mayor o en menor medida según la intensidad de la deformación y la capacidad que posee la cuenca para absorberla. La capacidad para absorber o amplificar la deformación tectónica depende de la competencia plástica de las litologías. El índice de asimetría de la cuenca de drenaje intenta cuantificar este comportamiento el cual sintetiza la ausencia o existencia de basculamiento a escala de la cuenca de drenaje, mediante una relación porcentual entre las áreas ocupadas por las dos márgenes del cauce principal (Keller & Pinter, 1996).

#### 1.5.1.11 Curva hipsométrica

Esta curva da una interpretación clara de la distribución de las áreas de la cuenca contenidas en distintas zonas altitudinales. También son un indicativo a los patrones evolutivos de las cuencas (Strahler, 1952), así, cuencas con mayor parte del área con elevación por encima de los valores medios de la cuenca, son consideradas cuencas con gran potencial erosivo (cuencas inmaduras), de lo contrario son consideradas cuencas maduras o sedimentarias (Strahler, 1952). Para cuencas donde esta relación se encuentre en equilibrio (área relativa cuenca – elevación ponderada) se consideran como cuencas en equilibrio. Para construirla se determinan de 8 a 12 zonas altitudinales y de acuerdo con la información del modelo digital de terreno, se calcula el porcentaje de área contenido en cada una de ellas. En el eje horizontal se gráfica el porcentaje de área de la cuenca cubierto por cada zona altitudinal y en el vertical los intervalos de clase de cada zona altitudinal (Domínguez, 2010).



#### 1.5.1.12 Altura de la cuenca ( $H_{cuenca}$ )

Se calcula con base al diagrama de frecuencias de la curva hipsométrica, homólogo al cálculo de  $H_{cauce}$ , pero usando las 8 a 12 zonas altitudinales definidas (Domínguez, 2010), Ecuación 10.

$$H_{cuenca} = H_1f_1 + H_2f_2 + \dots + H_nf_n$$

Ecuación 10 Altura promedio ponderada de la cuenca<sup>3</sup>

#### 1.5.1.13 Pendiente de la cuenca ( $I_{cuenca}$ )

Para obtener la pendiente media de la cuenca con base en el DEM, se construye el diagrama de pendientes con las pendientes locales de cada celda calculada a partir del cambio de alturas de las 8 celdas vecinas (Arriba, Abajo, Derecha, Izquierda, Arriba derecha, Arriba izquierda, Abajo derecha, Abajo izquierda). De modo similar al aplicado para definir la altura media, la pendiente promedio ponderada de la cuenca se obtiene cómo (Domínguez, 2010), Ecuación 11.

$$I_{cuenca} = I_1f_1 + I_2f_2 + \dots + I_nf_n$$

Ecuación 11 Pendiente promedio ponderada de la cuenca<sup>4</sup>

#### 1.5.1.14 Nivel de disección del relieve ( $N_{dis}$ )

La profundidad de disección de la cuenca  $H_{dis}$  representa la diferencia entre la altura media de la cuenca  $H_{cuenca}$  y la altura media del perfil longitudinal del río principal  $H_{cauce}$  (Domínguez, 2010), Ecuación 12.

El nivel de disección resulta del doble producto de la densidad hidrográfica por la profundidad de disección (Domínguez, 2010), Ecuación 13.

$$H_{dis} = H_{cuenca} - H_{cauce}$$

Ecuación 12 Profundidad de disección de la cuenca

$$N_{dis} = 2DH_{dis}$$

Ecuación 13 Nivel de disección del relieve

#### 1.5.1.15 Tiempos de Concentración ( $T_c$ )

Es el tiempo transcurrido entre el final del hietograma de excesos y el final del escurrimiento directo, siendo ésta la definición que aparece reseñada en la literatura con mayor frecuencia. Sin embargo, otros autores reportan el  $T_c$  como el tiempo comprendido entre el centroide del hietograma de excesos y el punto de inflexión sobre la curva de recesión del hidrograma de escurrimiento directo. Además, se puede definir como el tiempo que demora en viajar una partícula de agua desde el punto más remoto hasta el punto de interés. Corresponde al lapso entre el final de la lluvia y el momento en que cesa el escurrimiento superficial. Existen una serie de fórmulas que permiten el cálculo de este tiempo desarrolladas por diversos autores. Algunas de las fórmulas que se emplean para el cálculo de este indicador se encuentran, Kirpich, Temez, Giandotti,

<sup>3</sup>  $H_i$  es la cota de altura en la mitad del intervalo de cada clase y  $f_i$  es la frecuencia que le corresponde a ese intervalo.

<sup>4</sup>  $I_i$  es la pendiente en la mitad del intervalo de cada clase y  $f_i$  es la frecuencia que le corresponde a ese intervalo.

Bransby-Williams, Dirección General Carreteras (DGC). Sus cálculos se muestran a continuación:

$$T_c = 0.02 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

Ecuación 14 Tiempo de Concentración por Kirpich. Fuente: (Wanielista, 1997)

Dónde:

- T<sub>c</sub>* Tiempo de concentración (min)  
*L* Longitud del cauce principal en (m)  
*S* Pendiente del cauce principal (m/m)

$$T_c = 0.3 * \left[ \frac{L}{S^{0.25}} \right]^{0.75}$$

Ecuación 15 Tiempo de Concentración por Temez. Fuente: (Chow, 1994)

Dónde:

- T<sub>c</sub>* Tiempo de concentración (horas)  
*L* Longitud del cauce principal en (km)  
*S* Pendiente del cauce principal (m/m)

$$T_c = \left[ \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}} \right]^{0.75}$$

Ecuación 16 Tiempo de Concentración por Giandotti. Fuente: (Chow, 1994)

Dónde:

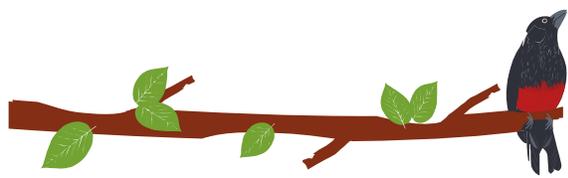
- T<sub>c</sub>* Tiempo de concentración (Horas)  
*L* Longitud del cauce principal en (Km)  
*A* Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)  
*H* Diferencia de alturas del cauce principal (m)

$$T_c = \frac{L}{1.5D} \sqrt[5]{\frac{A^2}{S}}$$

Ecuación 17 Tiempo de Concentración por Bransby-Williams. Fuente: (Chow, 1994)

Dónde:

- T<sub>c</sub>* Tiempo de concentración (Horas)  
*L* Longitud del cauce principal en (Km)  
*A* Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)  
*S* Pendiente media del cauce principal (%)  
*D* Diámetro del círculo de área equivalente a la superficie de la cuenca (km)



$$T_c = 0.3 \left[ \frac{L}{J^{0.25}} \right]^{0.76}$$

Ecuación 18 Tiempo de Concentración por Dirección General de Carreteras. Fuente: (Chow, 1994)

Dónde:

$T_c$  Tiempo de concentración (Horas)

$L$  Longitud del cauce principal en (Km)

$J$  Pendiente media del cauce principal (H/L)

$H$  Diferencia de nivel entre el punto de salida y el punto hidrológicamente más cercano (m)

### 1.5.2 Caracterización morfométrica cuenca (Nivel 01)

#### 1.5.2.1.1 1111-01-0000 - Cuenca del Río Sucio Alto (RSA)

En la Tabla 3 Resultados morfométricos Cuenca río Sucio Alto

Se presentan los resultados de los análisis morfométricos para la cuenca del río Sucio Alto, además, a continuación, se presentan las gráficas correspondientes al perfil del cauce principal y la curva hipsométrica.

Tabla 3 Resultados morfométricos Cuenca río Sucio Alto

<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	2174,75
Perímetro	Km	261,94
Cota mínima	msnm	269
Cota máxima	msnm	3418
Desnivel altitudinal	m	3149
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1783,11
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	51,86
Ancho Medio de la Cuenca	Km	32,40
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	67,12
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	592,45
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1,88
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	110,52
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1190,66
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	3,13
Número de Orden Máximo - Strahler	Ad	6
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,65
Densidad de Drenaje	Km Km-2	1,58
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,32
Coefficiente de Forma	Ad	2,07



Coefficiente de Compacidad	Ad	1,57
Índice de alargamiento	Ad	3,41
Índice de asimetría	Ad	1,95
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	56,99
Tiempo Concentración - Temez	Horas	46,44
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	4,69
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	60,56
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	5,67
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

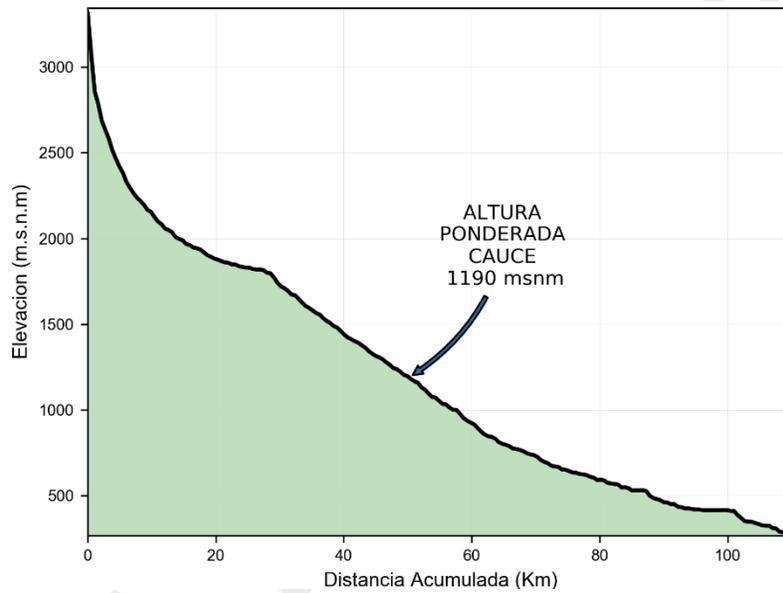
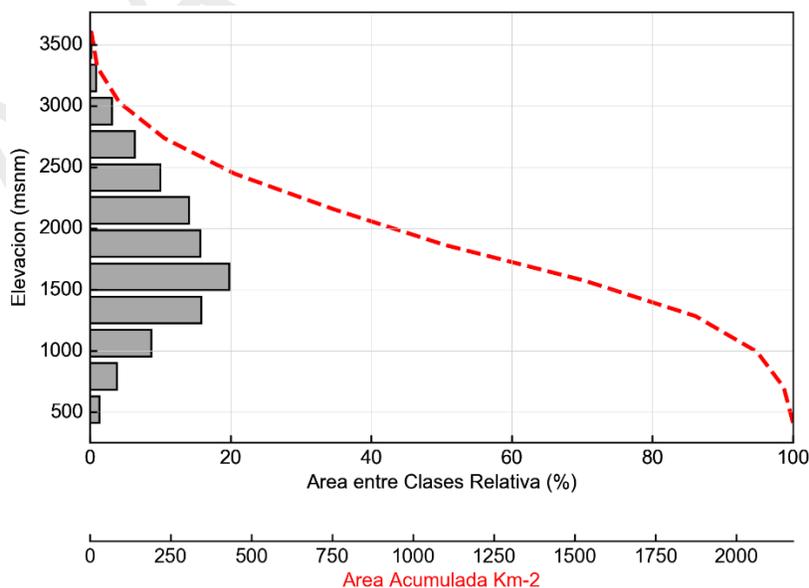


Figura 1 Perfil longitudinal del cauce principal río Sucio Alto. Elaboración propia



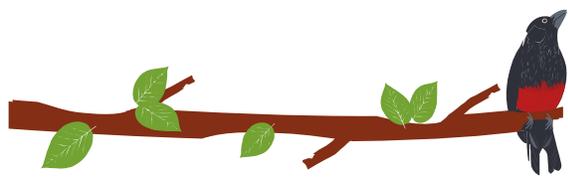


Figura 2 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Sucio Alto. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un río de alta pendiente (típico de cuencas de alta montaña) con solo dos tramos de pendientes suaves aproximadamente entre del kilómetro 20 al 30 y del kilómetro 90 al 100 de su recorrido, mientras que la curva hipsométrica permite inferir que es una cuenca en desarrollo que se encuentra cerca del estado de equilibrio, es decir, es una cuenca con un medio-alto potencial erosivo. Por ser de tipo rectangular oblonga se considera que los picos en sus crecidas sean menos súbitos

### 1.5.3 Caracterización morfométrica Subcuencas (Nivel 02)

A continuación, se presenta el análisis para las 26 subcuencas jerarquizadas para el río Sucio Alto, con sus respectivas gráficas correspondientes al perfil del cauce principal y la curva hipsométrica. Es importante resaltar aquí que algunos parámetros morfométricos (índice de alargamiento, índice de asimetría, profundidad de disección de la cuenca, nivel de disección) para unidades que no representan áreas de drenaje hidrológicamente correctas, es decir, que no representan una cuenca hidrográfica como tal no tienen ningún sentido físico y, por lo tanto, no se puede concluir al respecto. Sin embargo, matemáticamente es posible estimar el índice por lo cual se deja el valor en el resumen de caracterización. **1111-01-0100 - Río Choromandó**

Tabla 4 Resultados morfométricos subcuenca río Choromandó

<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	53,17
Perímetro	Km	54,10
Cota mínima	msnm	335
Cota máxima	msnm	1926
Desnivel altitudinal	m	1591
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1009,98
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	56,88
Ancho Medio de la Cuenca	Km	4,22
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	12,61
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	156,73
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,57
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Más Largo	Km	17,19
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	853,25
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	10,05
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	3
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,36
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,82
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,27
Coefficiente de Forma	Ad	2,99
Coefficiente de Compacidad	Ad	2,08



Índice de alargamiento	Ad	n.a.
Índice de asimetría	Ad	n.a.
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	8,67
Tiempo Concentración - Temez	Horas	9,24
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,50
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	10,81
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,10
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

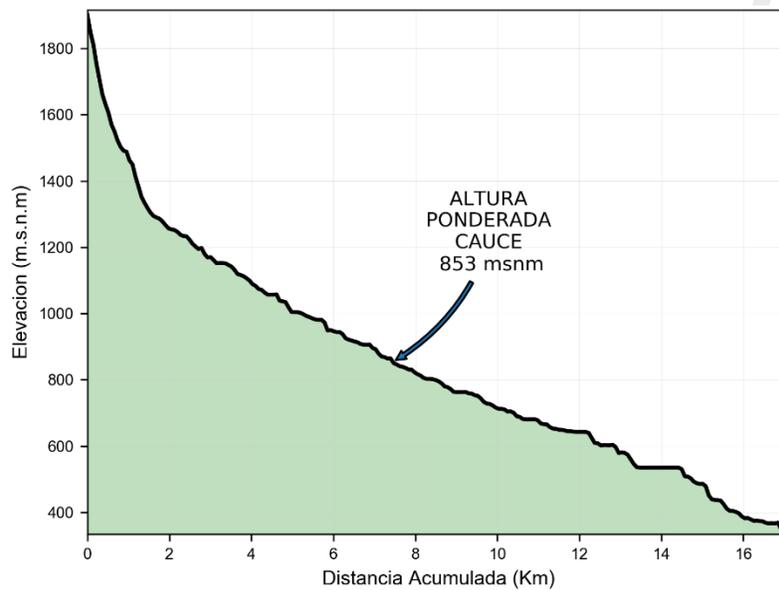


Figura 3 Perfil longitudinal del cauce principal río Choromandó. Elaboración propia

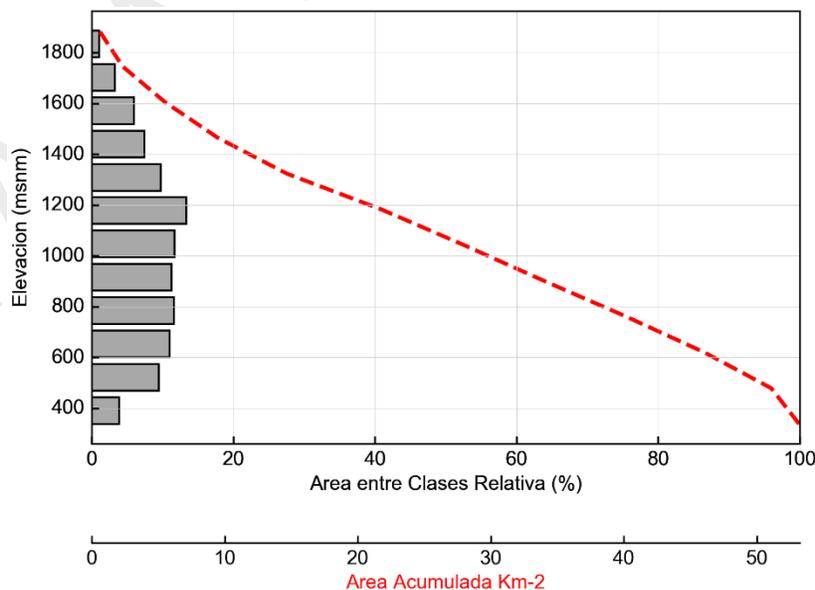


Figura 4 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Choromandó. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de muy alta pendiente durante sus dos kilómetros iniciales. La curva hipsométrica presenta una cuenca desarrollada que no es sedimentaria pero tampoco es erosiva. Por ser de tipo Rectangular oblonga se considera que presenta crecidas muy lentas.

### 1.5.3.1 1111-01-0100 - Río Choromando

Tabla 5 Resultados morfométricos subcuenca río Choromando

<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	53,17
Perímetro	Km	54,10
Cota mínima	msnm	335
Cota máxima	msnm	1926
Desnivel altitudinal	m	1591
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1009,98
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	56,88
Ancho Medio de la Cuenca	Km	4,22
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	12,61
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	156,73
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,57
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Mas Largo	Km	17,19
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	853,25
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	10,05
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	3
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,36
Densidad de Drenaje	Km Km-2	1,82
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,27
Coeficiente de Forma	Ad	2,99
Coeficiente de Compacidad	Ad	2,08
Índice de alargamiento	Ad	n.a.
Índice de asimetría	Ad	n.a.
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	8,67
Tiempo Concentración - Temez	Horas	9,24
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,50
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	10,81
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,10
Tipo de cuenca según (Kc)	Rectangular oblonga	

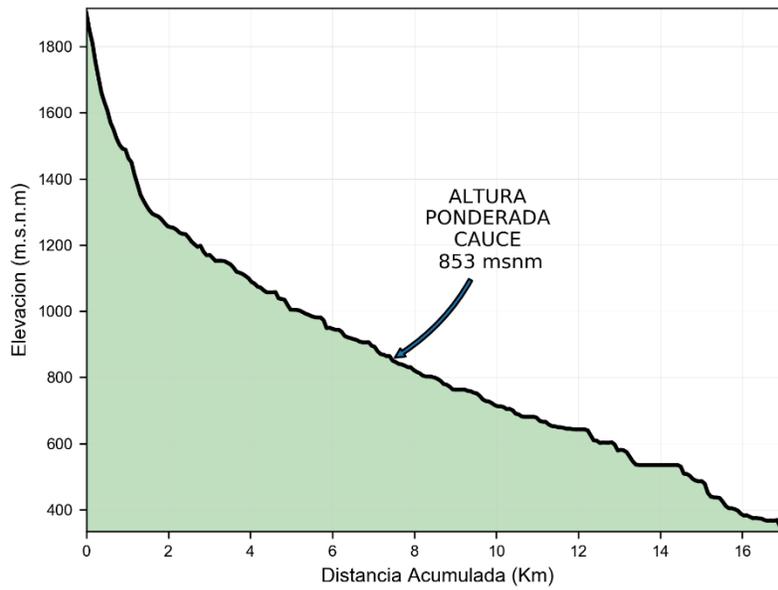


Figura 5 Perfil longitudinal del cauce principal río Choromando. Elaboración propia

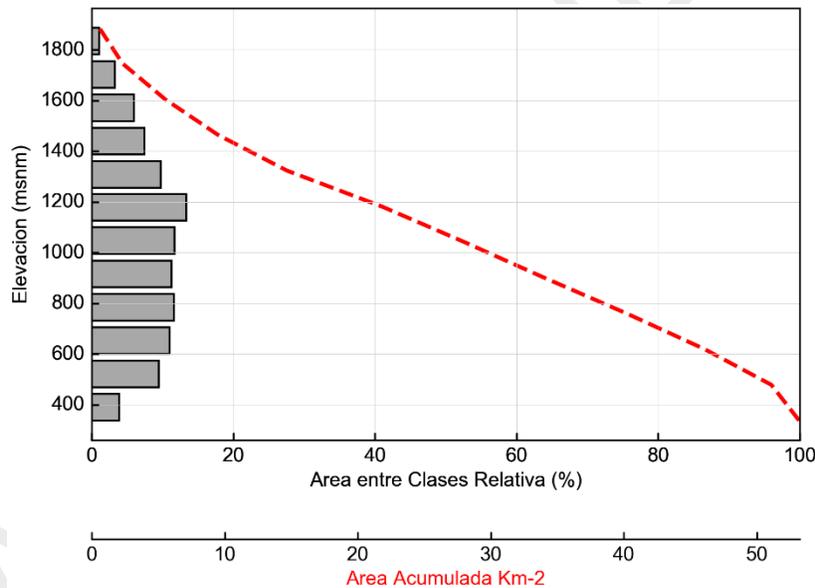


Figura 6 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Choromando. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de muy alta pendiente durante sus dos kilómetros iniciales. La curva hipsométrica presenta una cuenca desarrollada que no es sedimentaria pero tampoco es erosiva. Por ser de tipo Rectangular oblonga se considera que presenta crecidas muy lentas.

### 1.5.3.2 1111-01-0200 - Directos Río Sucio - Q. Beiba Viejo - Q. El Pital

Tabla 6 Resultados morfométricos subcuenca Directos Río Sucio - Q. Beiba Viejo - Q. El Pital

**SUPERFICIE**

Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	68,40
Perímetro	Km	54,88
Cota mínima	Msnm	531
Cota máxima	Msnm	2250
Desnivel altitudinal	M	1719
Altura Ponderada de la Cuenca	Msnm	1099,14
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	53,24
Ancho Medio de la Cuenca	Km	7,63
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	8,96
Profundidad de Disección de la Cuenca	M	-27,87
Nivel de Disección del Relieve	Ad	-0,11
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Más Largo	Km	11,66
Altura Ponderada del Cauce Principal	Msnm	1127,01
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	14,85
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	3
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,30
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,97
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,25
Coefficiente de Forma	Ad	1,17
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,86
Índice de alargamiento	Ad	1,53
Índice de asimetría	Ad	n.a.
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	5,54
Tiempo Concentración - Temez	Horas	6,42
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,37
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	6,61
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,75
Tipo de cuenca según (Kc)		Redonda a oval redonda

Fuente: Elaboración propia

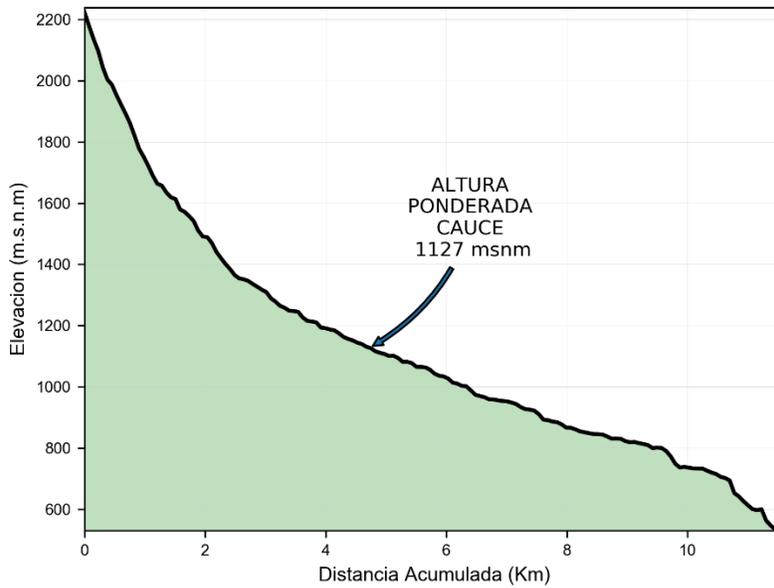


Figura 7 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada Beiba Viejo. Elaboración propia

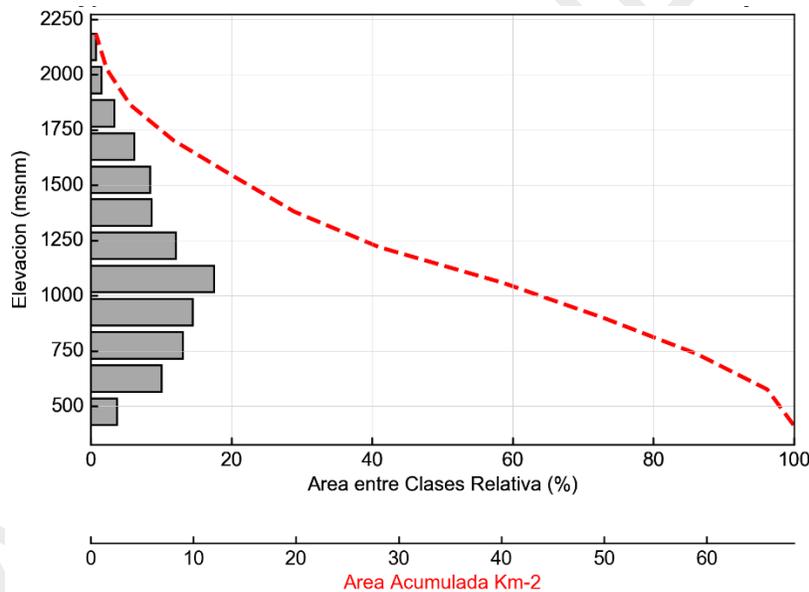
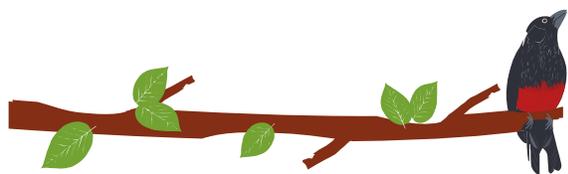


Figura 8 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada Beiba Viejo. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca desarrollada que se encuentra aproximadamente en un estado de equilibrio, es decir, no es una cuenca sedimentaria ni tampoco erosiva. Por ser de tipo Redonda a oval redonda se considera que los picos en sus crecidas son súbitos.

### 1.5.3.3 1111-01-0300 - Río Verde Bajo

Tabla 7 Resultados morfométricos subcuenca río Verde Bajo



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	83,48
Perímetro	Km	58,81
Cota mínima	msnm	593
Cota máxima	msnm	1141
Desnivel altitudinal	m	548
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1428,62
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	52,46
Ancho Medio de la Cuenca	Km	7,47
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	11,18
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	547,65
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1,90
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Más Largo	Km	15,43
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	880,96
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	3,76
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	5
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,38
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,73
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,29
Coeficiente de Forma	Ad	1,50
Coeficiente de Compacidad	Ad	1,80
Índice de alargamiento	Ad	n.a.
Índice de asimetría	Ad	n.a.
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	11,65
Tiempo Concentración - Temez	Horas	10,25
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	2,39
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	11,29
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,22
Tipo de cuenca según (Kc)	Oval redonda a oval oblonga	

Fuente: Elaboración propia

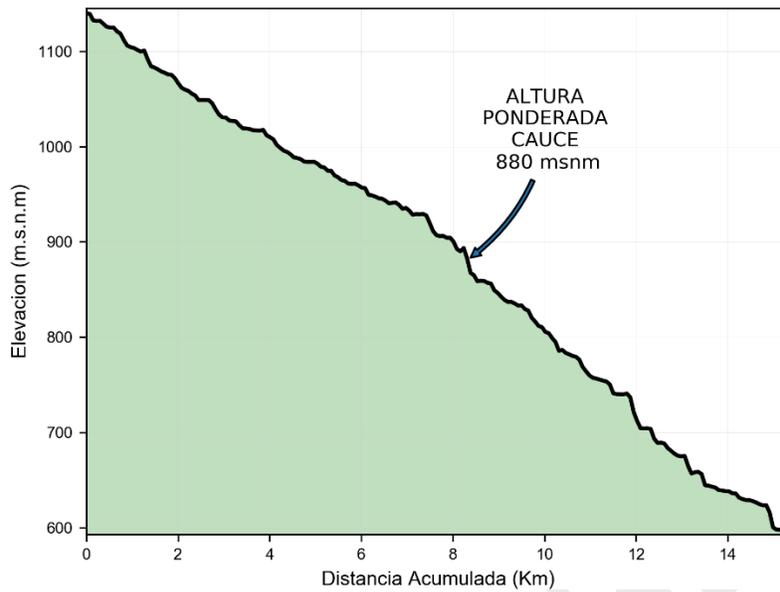


Figura 9 Perfil longitudinal del cauce principal río Verde Bajo Elaboración propia

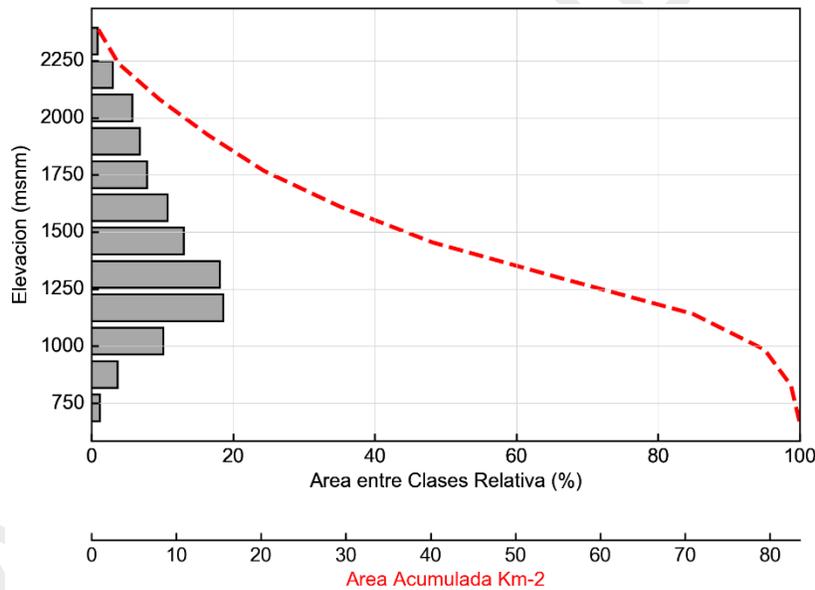


Figura 10 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Verde Bajo. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal muestra un cauce pendiente suave, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca madura de tendencia sedimentaria. Es del tipo Oval redonda a oval oblonga y se considera que presenta crecidas rápidas.

#### 1.5.3.4 1111-01-0400 - Río Verde Alto

Tabla 8 Resultados morfométricos subcuenca río Verde Alto

SUPERFICIE		
Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	63,39
Perímetro	Km	58,91

Cota mínima	msnm	1140
Cota máxima	msnm	2308
Desnivel altitudinal	m	1168
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1859,77
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	49,32
Ancho Medio de la Cuenca	Km	5,51
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	11,50
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	359,55
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1,20
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Más Largo	Km	16,29
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1500,22
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	8,04
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	5
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,42
Densidad de Drenaje	Km Km-2	1,66
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,30
Coefficiente de Forma	Ad	2,09
Coefficiente de Compacidad	Ad	2,07
Índice de alargamiento	Ad	2,95
Índice de asimetría	Ad	1,86
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	9,07
Tiempo Concentración - Temez	Horas	9,25
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,72
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	10,52
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,11
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

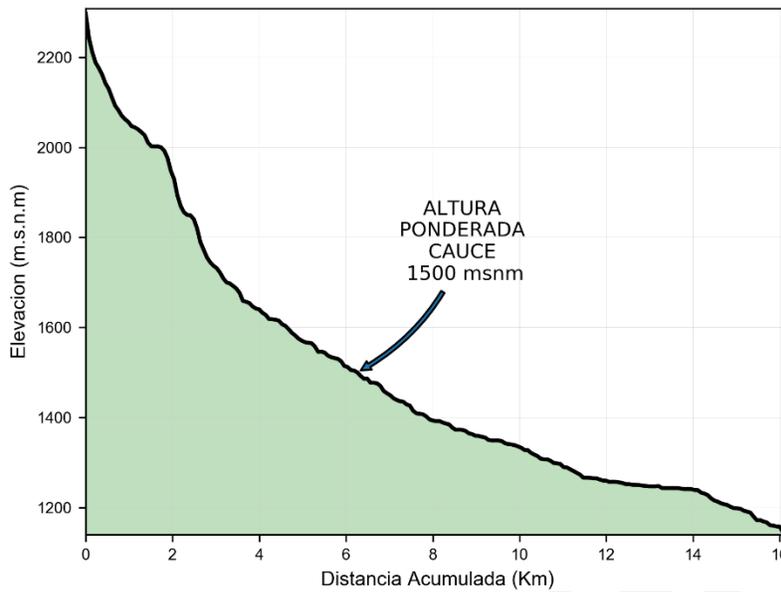


Figura 11 Perfil longitudinal del cauce principal río Verde Alto

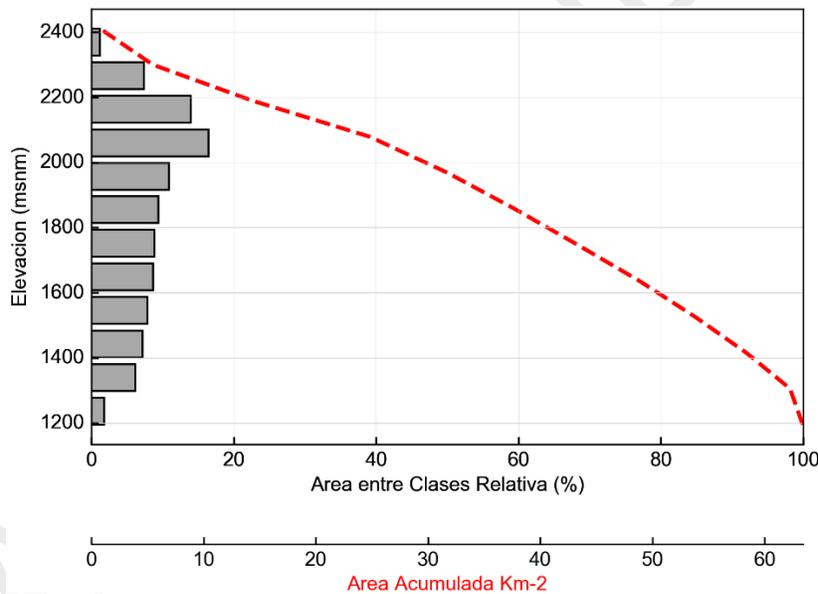
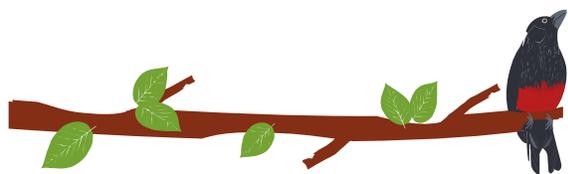


Figura 12 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Verde Alto

El perfil longitudinal del cauce principal muestra un cauce de muy alta pendiente en sus primeros tres kilómetros de recorrido, de ahí en más continúa con una pendiente de moderada a suave, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca joven de tendencia erosiva. Es del tipo Rectangular oblonga y se considera que presenta crecidas lentas.

### 1.5.3.5 1111-01-0500 - Río Musinga

Tabla 9 Resultados morfométricos subcuenca río Musinga



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	83,36
Perímetro	Km	62,35
Cota mínima	msnm	1141
Cota máxima	msnm	3307
Desnivel altitudinal	m	2166
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1791,31
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	50,03
Ancho Medio de la Cuenca	Km	4,87
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	17,10
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	179,66
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,58
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Mas Largo	Km	23,18
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1611,65
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	10,21
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	4
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,36
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,62
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,31
Coeficiente de Forma	Ad	3,51
Coeficiente de Compacidad	Ad	1,91
Índice de alargamiento	Ad	4,76
Índice de asimetría	Ad	1,15
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	10,85
Tiempo Concentración - Temez	Horas	11,53
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,63
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	13,89
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,38
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

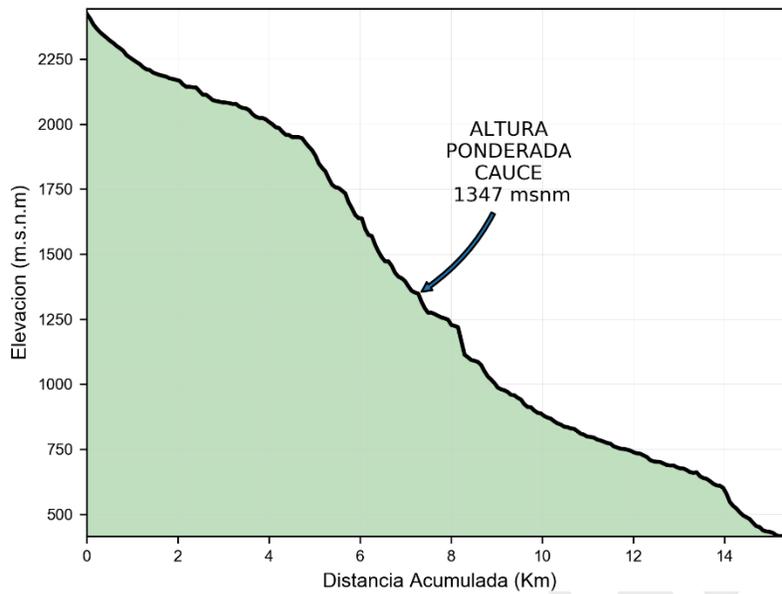


Figura 13 Perfil longitudinal del cauce principal río Musinga. Elaboración propia

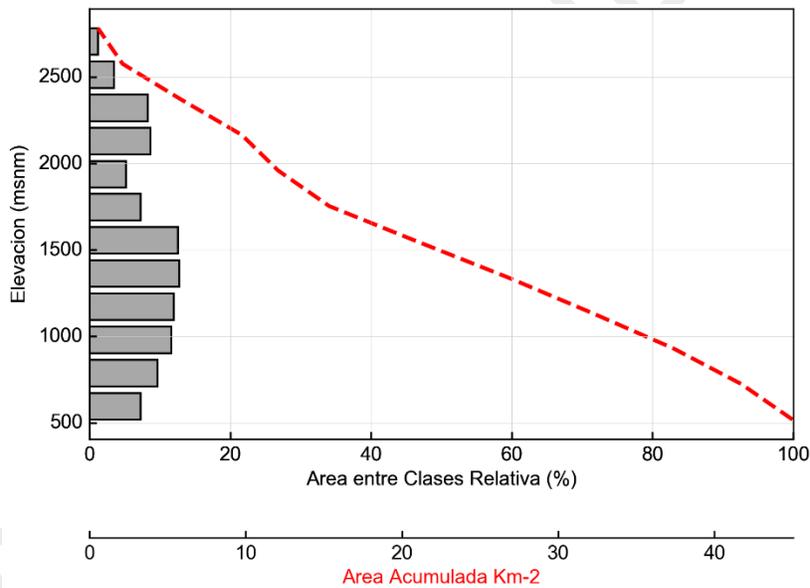


Figura 14 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Musinga. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce con diferentes pendientes en su recorrido, pero que en promedio presenta una pendiente fuerte. La curva hipsométrica muestra que es una cuenca madura de moderada tendencia sedimentaria. Por ser de tipo Rectangular oblonga se considera que presenta crecidas muy lentas.

### 1.5.3.6 1111-01-0600 - Río Frontino

Tabla 10 Resultados morfométricos subcuenca río Frontino

SUPERFICIE		
Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	88,00

Perímetro	Km	64,33
Cota mínima	msnm	952
Cota máxima	msnm	3146
Desnivel altitudinal	m	2194
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1656,25
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	38,09
Ancho Medio de la Cuenca	Km	5,28
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	16,65
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	106,25
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,40
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Mas Largo	Km	21,37
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1550,00
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	10,48
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	5
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,28
Densidad de Drenaje	Km Km-2	1,87
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,27
Coeficiente de Forma	Ad	3,15
Coeficiente de Compacidad	Ad	1,92
Índice de alargamiento	Ad	4,04
Índice de asimetría	Ad	1,14
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	10,09
Tiempo Concentración - Temez	Horas	10,79
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,59
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	12,67
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,28
Tipo de cuenca según (Kc)	Rectangular oblonga	

Fuente: Elaboración propia

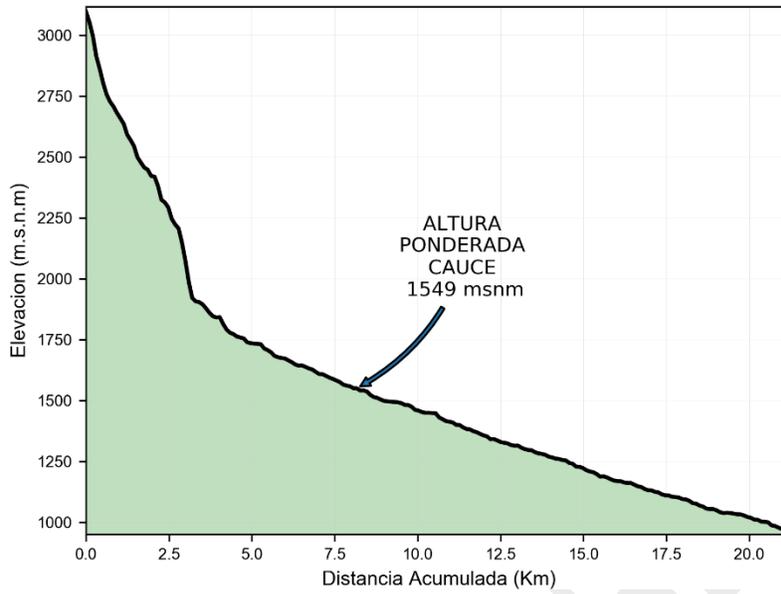


Figura 15 Perfil longitudinal del cauce principal río Frontino. Elaboración propia

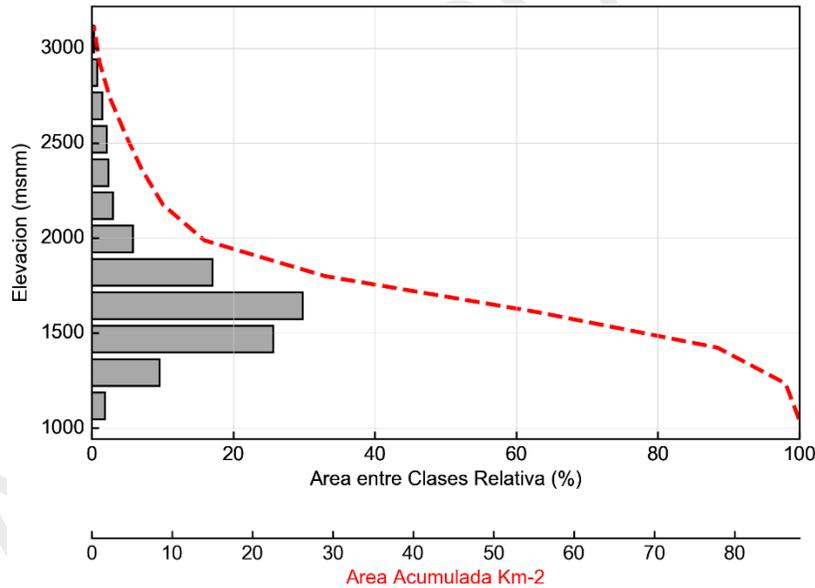
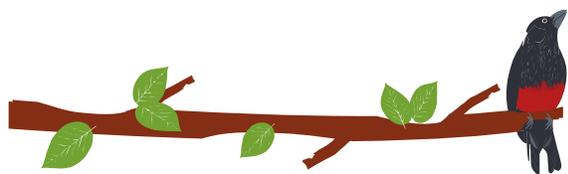


Figura 16 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Frontino. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal muestra un cauce de muy alta pendiente en sus primeros tres kilómetros de recorrido, de ahí en más continúa con una pendiente de moderada a suave, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca madura de alta tendencia sedimentaria. Es del tipo Rectangular oblonga y se considera que presenta crecidas lentas.

### 1.5.3.7 1111-01-0700 - Río La Herradura

Tabla 11 Resultados morfométricos subcuenca río La Herradura



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	335,90
Perímetro	Km	140,39
Cota mínima	msnm	952
Cota máxima	msnm	3418
Desnivel altitudinal	m	2466
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	2293,10
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	50,74
Ancho Medio de la Cuenca	Km	9,34
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	35,96
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	550,27
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1,84
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Más Largo	Km	59,55
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1742,84
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	4,58
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	5
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,66
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,67
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,30
Coeficiente de Forma	Ad	3,85
Coeficiente de Compacidad	Ad	2,14
Índice de alargamiento	Ad	6,38
Índice de asimetría	Ad	1,80
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	30,55
Tiempo Concentración - Temez	Horas	27,18
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	2,88
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	36,43
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	3,30
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

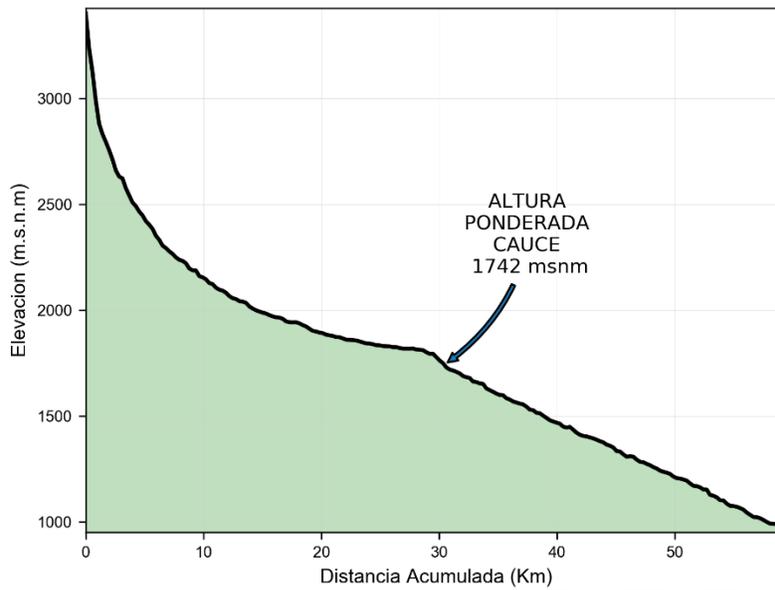


Figura 17 Perfil longitudinal del cauce principal río La Herradura. Elaboración propia

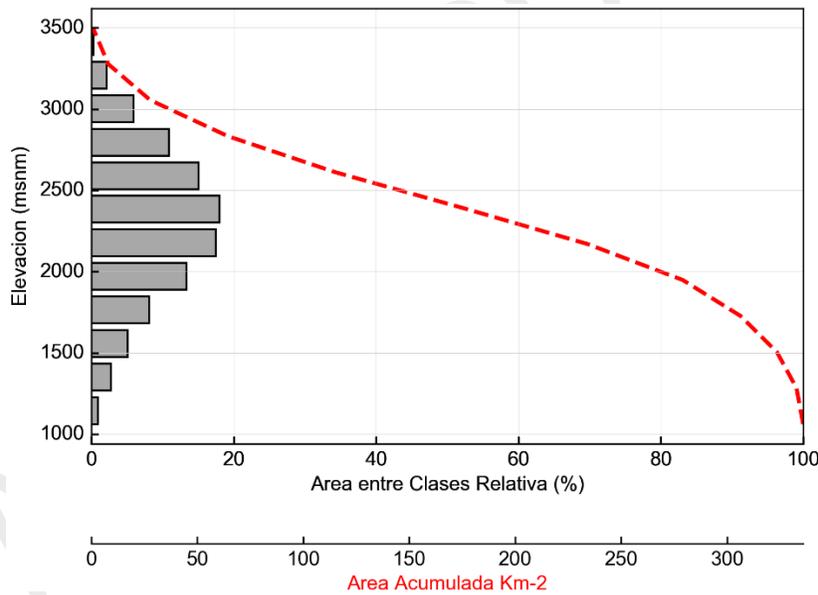
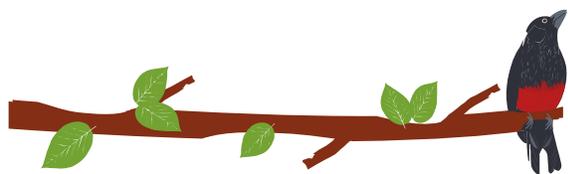


Figura 18 Curva hipsométrica e histograma de elevación río La Herradura. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal muestra un cauce de muy alta pendiente en sus primeros diez kilómetros de recorrido, de ahí en más continúa con una pendiente de moderada a suave, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca de cierto grado de madurez de tendencia sedimentaria. Es del tipo Rectangular oblonga y se considera que presenta crecidas muy lentas.

#### 1.5.3.8 1111-01-0800 - Río Cañas Gordas

Tabla 12 Resultados morfométricos subcuenca río Cañas Gordas



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	136,04
Perímetro	Km	84,68
Cota mínima	msnm	925
Cota máxima	msnm	3028
Desnivel altitudinal	m	2103
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1880,08
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	54,74
Ancho Medio de la Cuenca	Km	7,71
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	17,63
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	395,00
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1,29
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Mas Largo	Km	27,71
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1485,08
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	8,76
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	5
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,57
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,63
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,31
Coeficiente de Forma	Ad	2,29
Coeficiente de Compacidad	Ad	2,03
Índice de alargamiento	Ad	3,59
Índice de asimetría	Ad	1,67
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	13,21
Tiempo Concentración - Temez	Horas	13,56
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,93
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	16,30
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,65
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

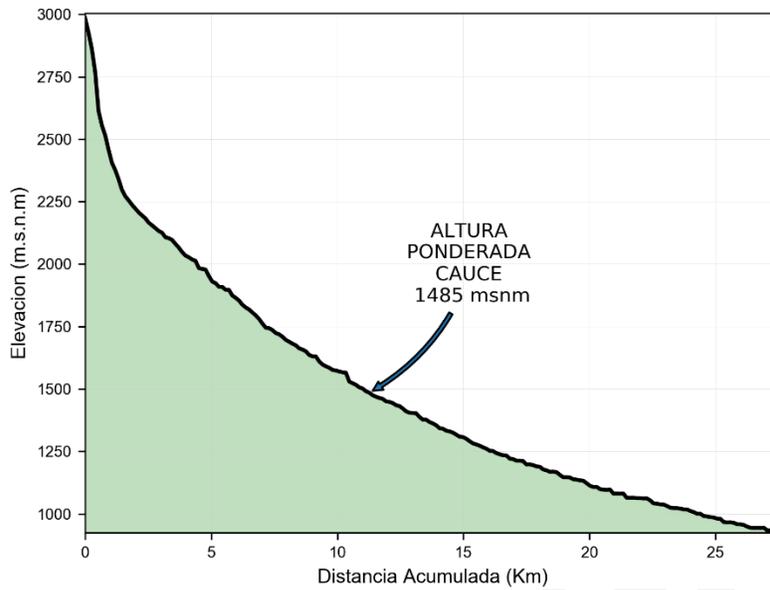


Figura 19 Perfil longitudinal del cauce principal río Cañas Gordas. Elaboración propia

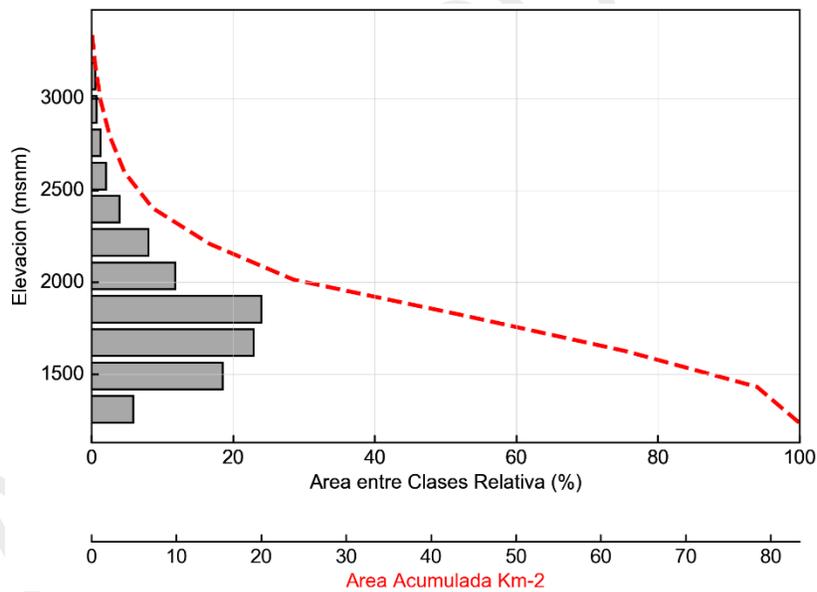


Figura 20 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Cañas Gordas. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca madura de alta tendencia sedimentaria. Por ser de tipo Rectangular oblonga se considera que presenta crecidas muy lentas.

### 1.5.3.9 1111-01-0900 - Río Chuza

Tabla 13 Resultados morfométricos subcuena río Chuza

**SUPERFICIE**

Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	94,75
Perímetro	Km	61,69
Cota mínima	msnm	925
Cota máxima	msnm	2866
Desnivel altitudinal	m	1941
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1795,89
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	58,17
Ancho Medio de la Cuenca	Km	6,68
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	14,19
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	313,97
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,95
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Más Largo	Km	24,35
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1481,92
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	8,70
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	4
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,72
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,51
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,33
Coeficiente de Forma	Ad	2,13
Coeficiente de Compacidad	Ad	1,77
Índice de alargamiento	Ad	3,65
Índice de asimetría	Ad	1,42
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	11,99
Tiempo Concentración - Temez	Horas	12,33
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,77
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	14,87
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,48
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

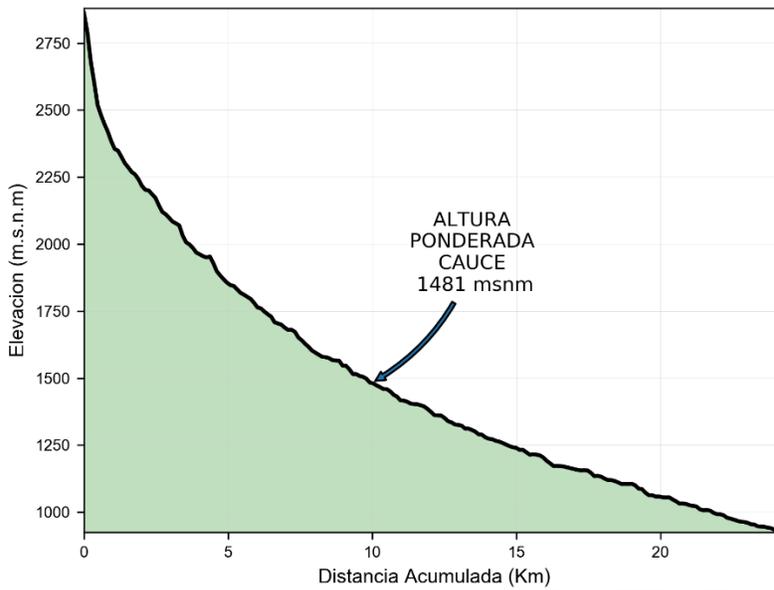


Figura 21 Perfil longitudinal del cauce principal río Chuza. Elaboración propia

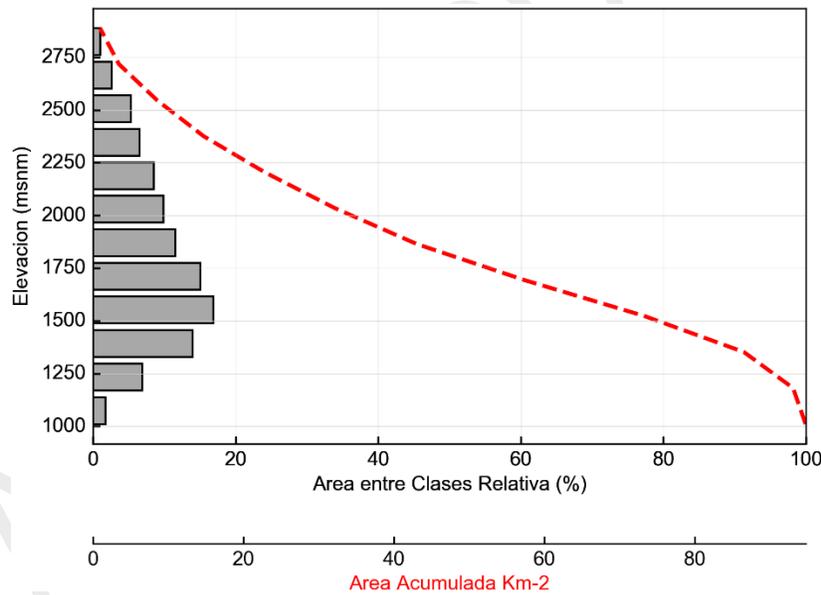


Figura 22 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Chuza. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca madura de alta tendencia sedimentaria. Por ser de tipo Rectangular oblonga se considera que presenta crecidas muy lentas.

### 1.5.3.101111-01-1000 Río Santo Domingo

Tabla 14 Resultados morfométricos subcuenca río Santo Domingo

#### SUPERFICIE

Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	49.10
Perímetro	Km	43.68
Cota mínima	msnm	1
Cota máxima	msnm	2551.1667
Desnivel altitudinal	m	2550.1667
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1863.46
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	58.48
Ancho Medio de la Cuenca	Km	4.47
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	10.98
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	347.96
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1.09
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Más Largo	Km	15.01
Altura Ponderada Cauce Principal	msnm	1515.50
Pendiente Ponderada Cauce Principal	%	11.32
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	4
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1.37
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1.57
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0.32
Coefficiente de Forma	Ad	2.46
Coefficiente de Compacidad	Ad	1.75
Índice de alargamiento	Ad	1.00
Índice de asimetría	Ad	
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	7.46
Tiempo Concentración - Temez	Horas	8.16
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1.40
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	9.29
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0.96
Tipo de cuenca según (Kc)	Rectangular oblonga	

Fuente: Elaboración propia

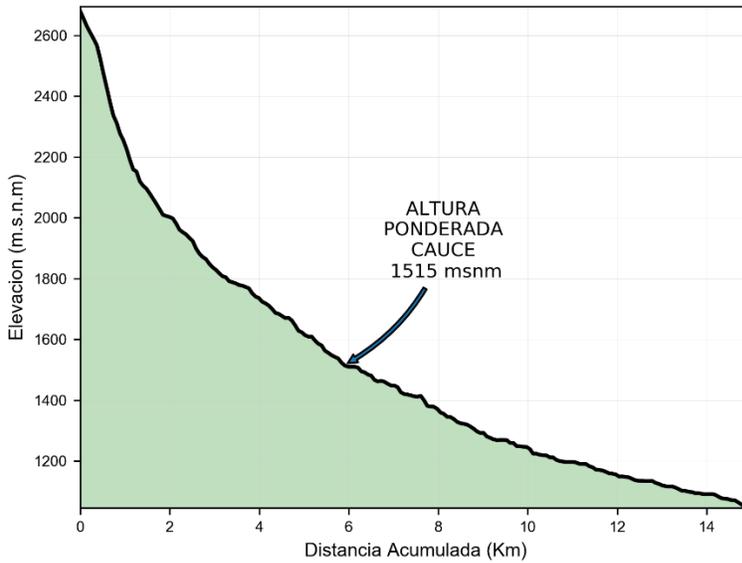


Figura 23 Perfil longitudinal del cauce principal río Santo Domingo. Elaboración propia

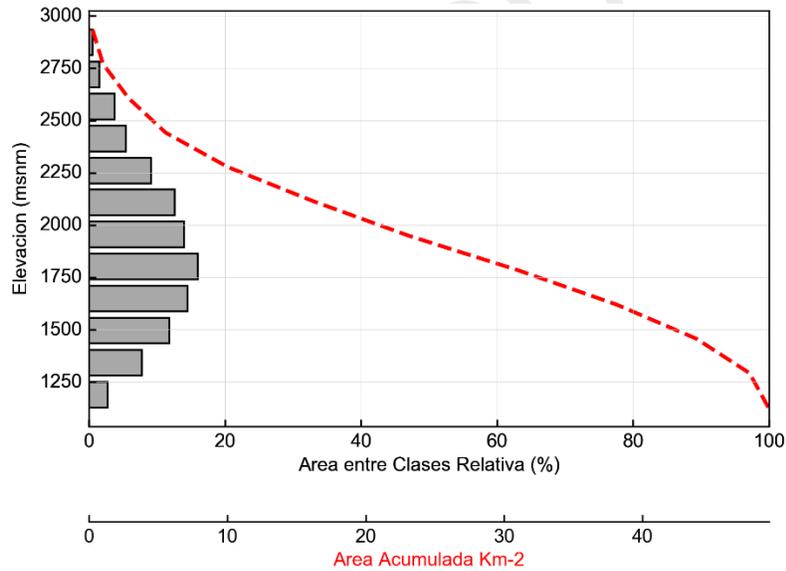


Figura 24 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Santo Domingo. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca madura de alta tendencia sedimentaria. Por ser de tipo Rectangular oblonga se considera que presenta crecidas muy lentas.

### 1.5.3.11 1111-01-1100 - Quebrada El Indio

Tabla 15 Resultados morfométricos subcuenca quebrada El Indio

#### SUPERFICIE

Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	68,85
Perímetro	Km	53,83
Cota mínima	msnm	1046
Cota máxima	msnm	3160
Desnivel altitudinal	m	2114
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	2086,24
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	62,00
Ancho Medio de la Cuenca	Km	5,07
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	13,59
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	393,37
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1,21
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Mas Largo	Km	19,34
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1692,87
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	11,26
Numero de Orden Máximo – Strahler	Ad	5
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,42
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,54
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,33
Coeficiente de Forma	Ad	2,68
Coeficiente de Compacidad	Ad	1,82
Índice de alargamiento	Ad	3,82
Índice de asimetría	Ad	1,37
Tiempo Concentración – Kirpich	Horas	9,09
Tiempo Concentración – Temez	Horas	9,88
Tiempo Concentración – Giandotti	Horas	1,48
Tiempo Concentración – Bransby-Williams	Horas	11,58
Tiempo Concentración – Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,17
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

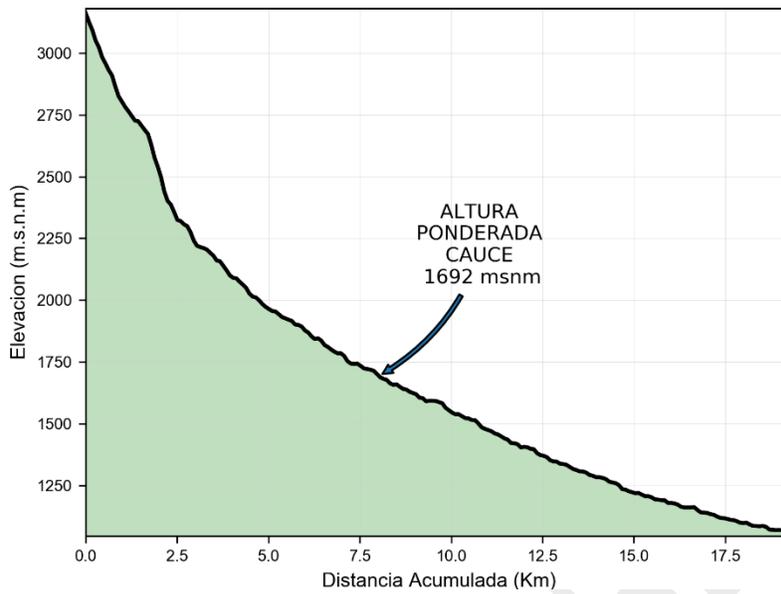


Figura 25 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada El Indio. Elaboración propia

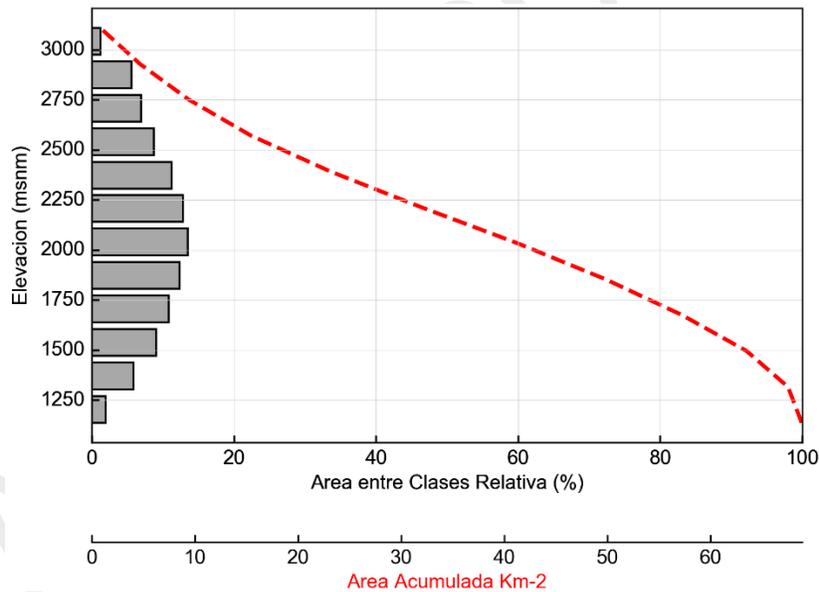


Figura 26 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada El Indio. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca desarrollada que se encuentra aproximadamente en un estado de equilibrio, es decir, no es una cuenca sedimentaria ni tampoco erosiva. Por ser de tipo Rectangular oblonga se considera que las crecidas son lentas y con picos no tan pronunciados.

### 1.5.3.121111-01-1200 - Río Urama Alto

Tabla 16 Resultados morfométricos subcuenca río Urama Alto

#### SUPERFICIE

Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	195,37
Perímetro	Km	97,99
Cota mínima	msnm	875
Cota máxima	msnm	3599
Desnivel altitudinal	m	2724
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1995,93
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	59,27
Ancho Medio de la Cuenca	Km	9,29
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	21,03
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	392,77
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1,17
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Mas Largo	Km	38,60
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1603,16
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	7,53
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	4
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,84
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,49
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,34
Coeficiente de Forma	Ad	2,26
Coeficiente de Compacidad	Ad	1,96
Índice de alargamiento	Ad	4,16
Índice de asimetría	Ad	1,04
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	18,07
Tiempo Concentración - Temez	Horas	17,89
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	2,12
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	22,57
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	2,15
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

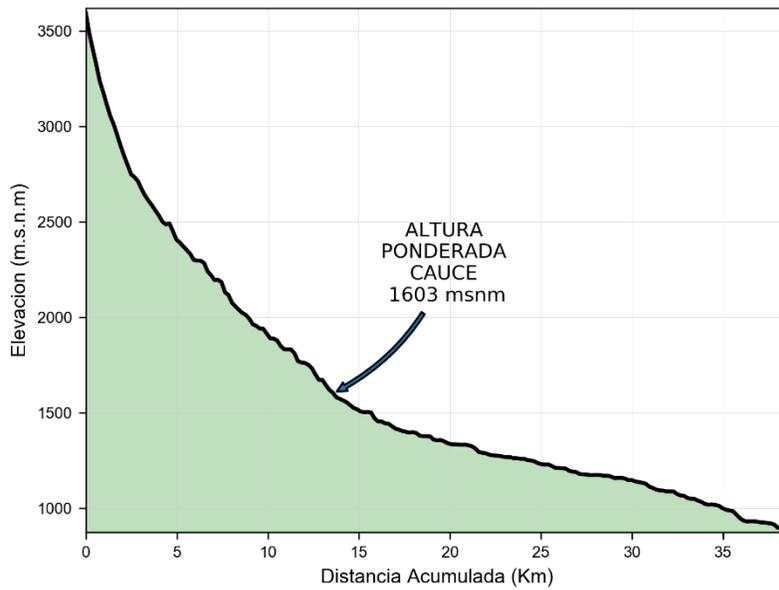


Figura 27 Perfil longitudinal del cauce principal río Urama Alto. Elaboración propia

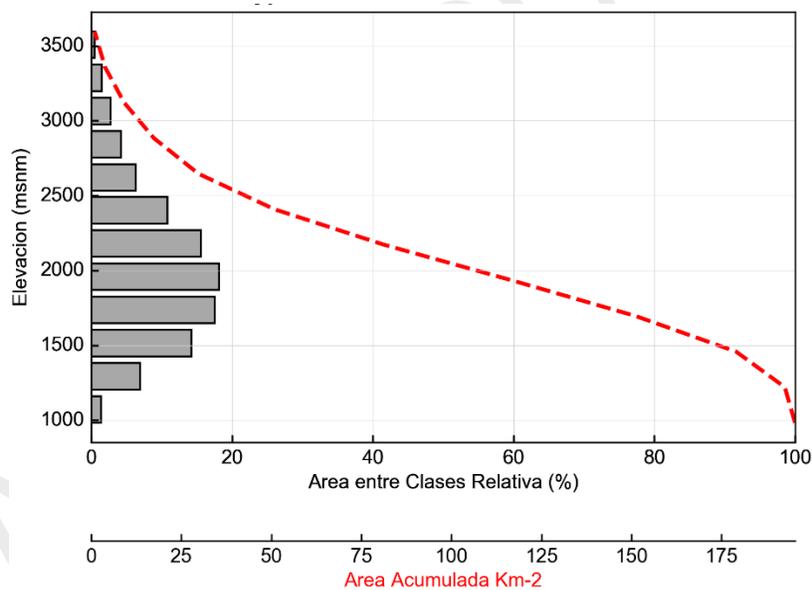
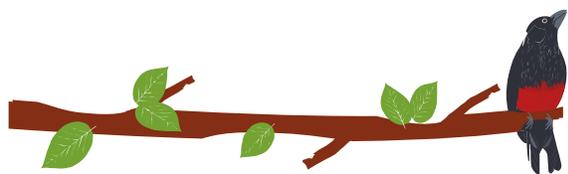


Figura 28 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Urama Alto. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal muestra un cauce de muy alta pendiente en sus primeros diez kilómetros de recorrido, de ahí en más continúa con una pendiente de moderada a suave, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca madura de tendencia sedimentaria. Es del tipo Rectangular oblonga y se considera que presenta crecidas lentas.

### 1.5.3.131111-01-1300 - Río Paramo

Tabla 17 Resultados morfométricos subcuenca río Paramo



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	218,61
Perímetro	Km	94,40
Cota mínima	msnm	851
Cota máxima	msnm	3717
Desnivel altitudinal	m	2866
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	2261,23
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	61,07
Ancho Medio de la Cuenca	Km	10,43
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	20,96
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	444,42
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1,32
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce Más Largo	Km	31,91
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1816,81
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	9,48
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	5
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,52
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,48
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,34
Coeficiente de Forma	Ad	2,01
Coeficiente de Compacidad	Ad	1,79
Índice de alargamiento	Ad	3,06
Índice de asimetría	Ad	1,52
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	14,29
Tiempo Concentración - Temez	Horas	14,86
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,99
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	17,62
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,77
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

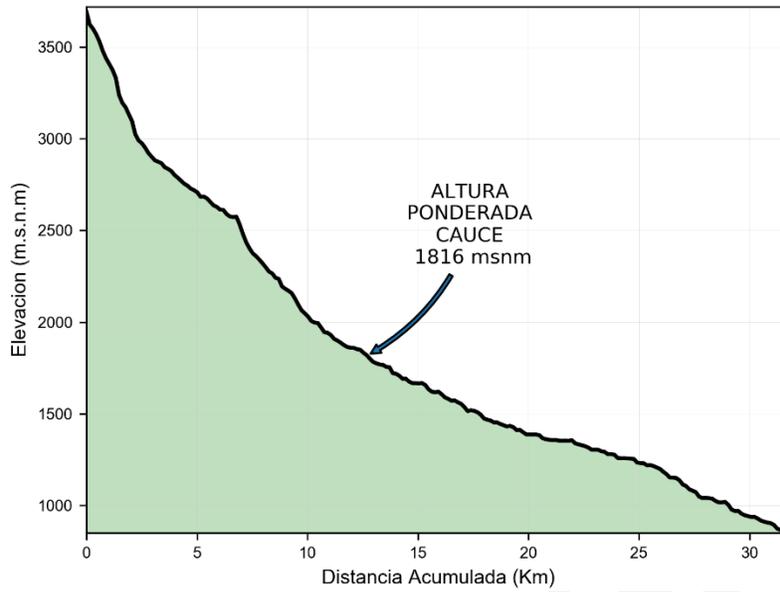


Figura 29 Perfil longitudinal del cauce principal río Paramo. Elaboración propia

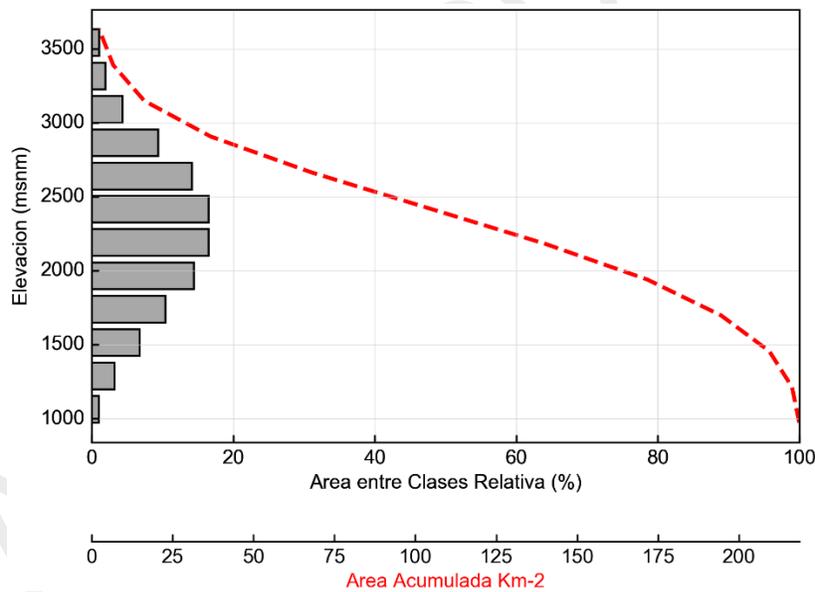
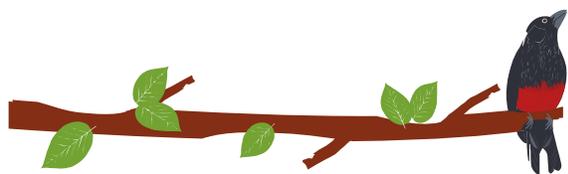


Figura 30 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Paramo. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal muestra un cauce de muy alta pendiente en sus primeros tres kilómetros de recorrido, de ahí en más continúa con una pendiente de moderada a suave, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca de cierto grado de madurez de tendencia sedimentaria. Es del tipo Rectangular oblonga y se considera que presenta crecidas lentas.

### 1.5.3.141111-01-1400 - Quebrada Playones

Tabla 18 Resultados morfométricos subcuenca quebrada Playones



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	48,15
Perímetro	Km	49,21
Cota mínima	msnm	673
Cota máxima	msnm	3383
Desnivel altitudinal	m	2710
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1938,96
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	61,56
Ancho Medio de la Cuenca	Km	3,31
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	14,56
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	306,55
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,94
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	17,63
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1632,41
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	16,55
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	4
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,21
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,53
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,33
Coeficiente de Forma	Ad	4,40
Coeficiente de Compacidad	Ad	1,99
Índice de alargamiento	Ad	5,33
Índice de asimetría	Ad	2,11
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	7,30
Tiempo Concentración - Temez	Horas	8,58
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,22
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	10,13
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,02
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

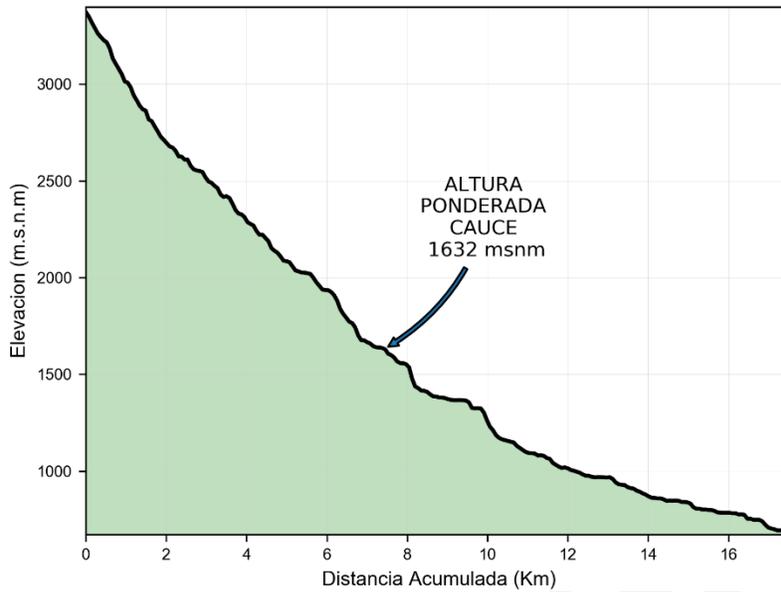
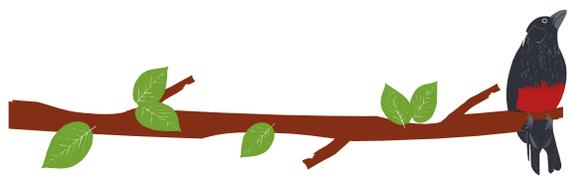


Figura 31 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada Playones. Elaboración propia

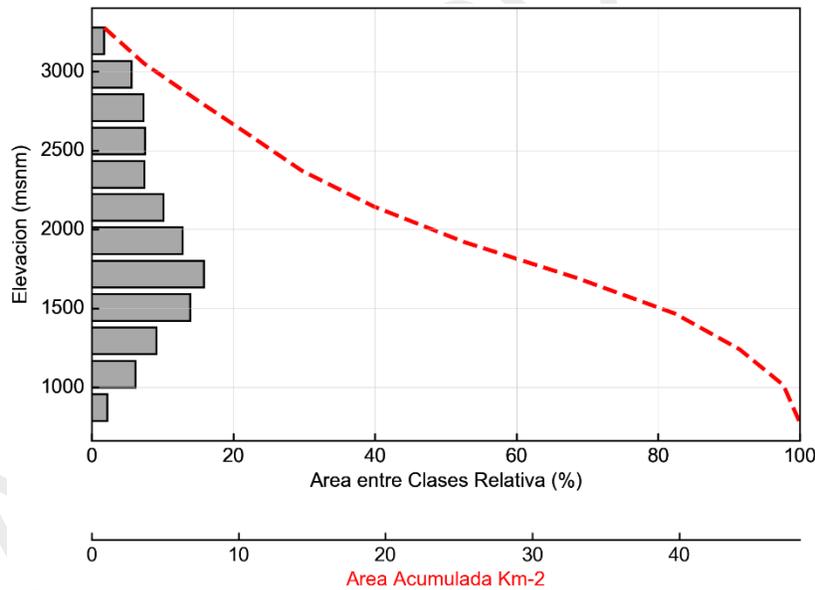


Figura 32 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada Playones. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente. La curva hipsométrica muestra que es una cuenca madura de moderada tendencia sedimentaria. Por ser de tipo Rectangular oblonga se considera que presenta crecidas muy lentas.

### 1.5.3.151111-01-1500 - Quebrada de Chimiado

Tabla 19 Resultados morfométricos subcuenca quebrada de Chimiado

SUPERFICIE		
Parámetro	Unidad	Valor

Área	Km <sup>2</sup>	76,12
Perímetro	Km	56,75
Cota mínima	msnm	534
Cota máxima	msnm	2910
Desnivel altitudinal	m	2376
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1821,47
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	59,64
Ancho Medio de la Cuenca	Km	5,28
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	14,42
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	461,82
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1,32
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	21,02
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1359,65
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	12,39
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	4
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,46
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,43
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,35
Coefficiente de Forma	Ad	2,73
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,82
Índice de alargamiento	Ad	3,98
Índice de asimetría	Ad	1,47
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	9,34
Tiempo Concentración - Temez	Horas	10,33
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,49
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	12,23
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,24
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

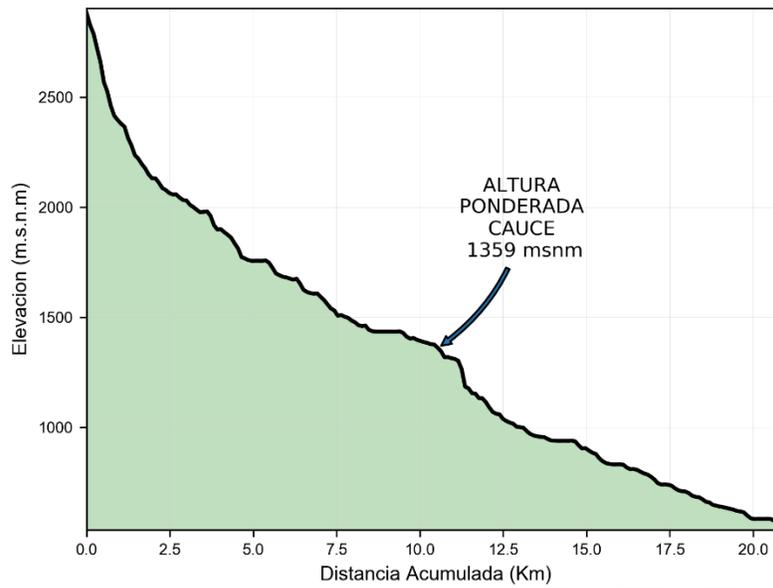
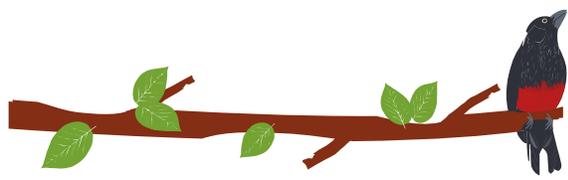


Figura 33 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada de Chimiado. Elaboración propia

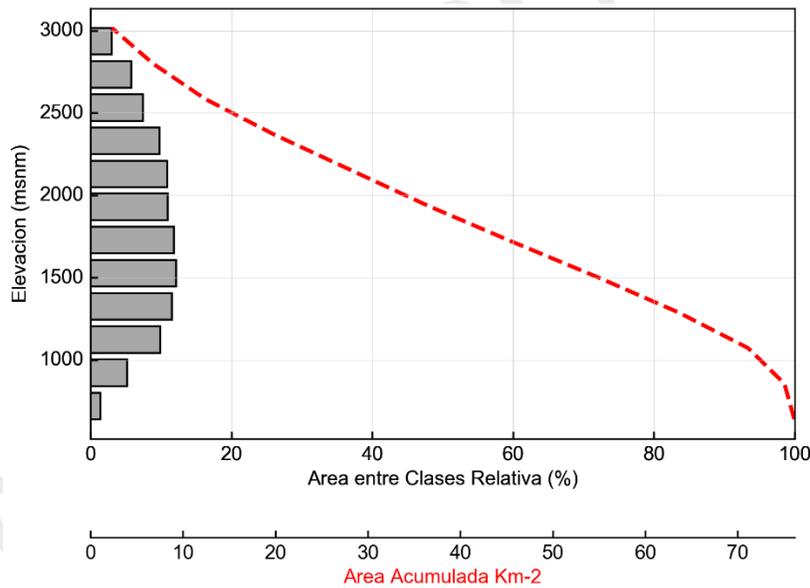
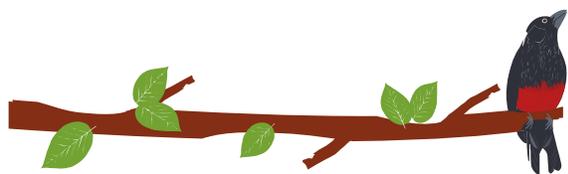


Figura 34 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada de Chimiado. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente con un tramo de bajas pendientes entre el kilómetro 7,5 y el 11, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca desarrollada que se encuentra aproximadamente en un estado de equilibrio, es decir, no es una cuenca sedimentaria ni tampoco erosiva. Por ser de tipo Rectangular oblonga se considera que las crecidas son lentas y con picos no tan pronunciados.

### 1.5.3.16111-01-1600 - Quebrada Antado

Tabla 20 Resultados morfométricos subcuenca quebrada Antado



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	44,99
Perímetro	Km	49,44
Cota mínima	msnm	416
Cota máxima	msnm	2432
Desnivel altitudinal	m	2016
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1454,74
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	50,24
Ancho Medio de la Cuenca	Km	3,65
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	12,34
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	107,66
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,40
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	15,53
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1347,08
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	13,42
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	4
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,26
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,87
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,27
Coefficiente de Forma	Ad	3,39
Coefficiente de Compacidad	Ad	2,06
Índice de alargamiento	Ad	n.a.
Índice de asimetría	Ad	n.a.
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	7,18
Tiempo Concentración - Temez	Horas	8,11
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,28
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	9,37
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,96
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

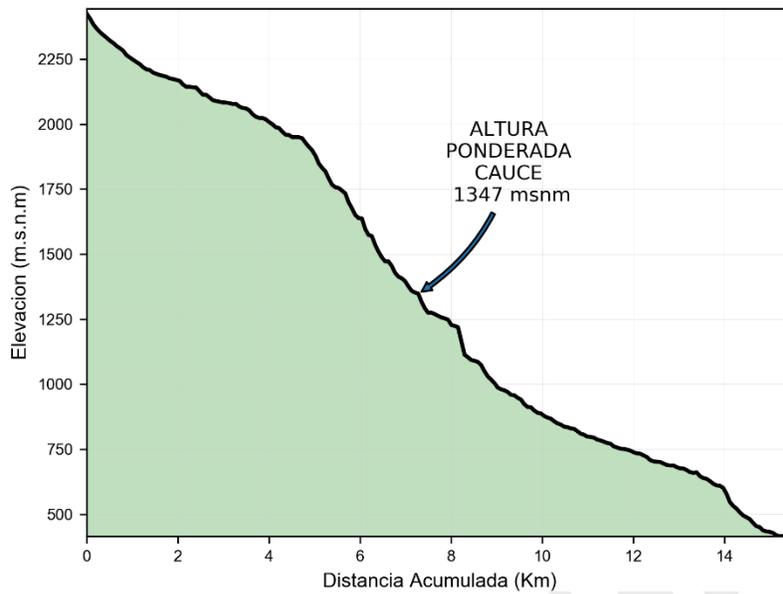


Figura 35 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada Antado. Elaboración propia

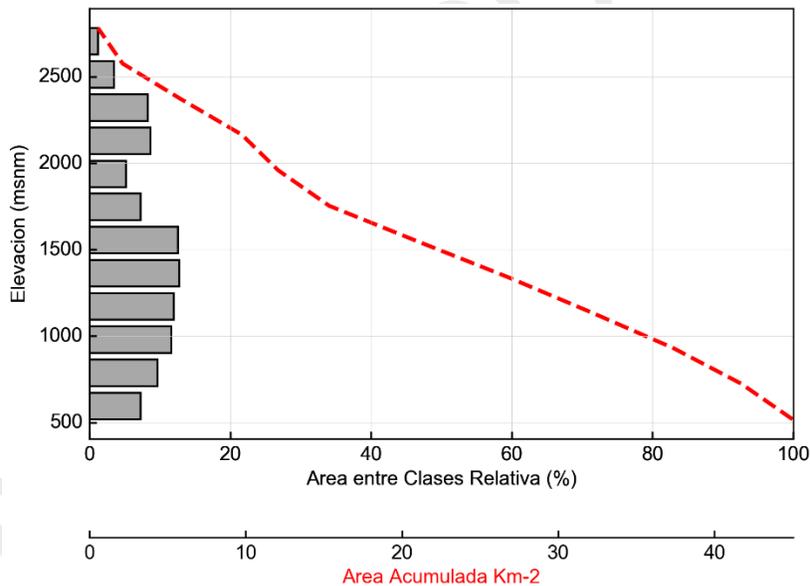
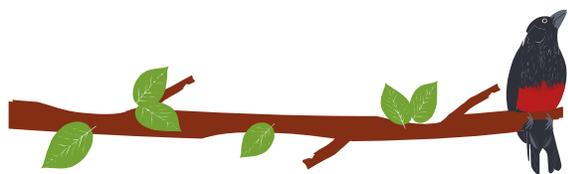


Figura 36 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada Antado. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce con diferentes pendientes en su recorrido, pero que en promedio presenta una pendiente fuerte. La curva hipsométrica muestra que es una cuenca en desarrollo de moderada tendencia sedimentaria. Por ser de tipo Rectangular oblonga se considera que presenta crecidas muy lentas.

### 1.5.3.171111-01-1700 - Río Quiparado

Tabla 21 Resultados morfométricos subcuenca río Quiparado



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	66,94
Perímetro	Km	63,22
Cota mínima	msnm	279
Cota máxima	msnm	2484
Desnivel altitudinal	m	2205
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1289,21
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	47,02
Ancho Medio de la Cuenca	Km	4,50
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	14,87
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	329,85
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1,19
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	20,41
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	959,36
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	11,27
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	4
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,37
Densidad de Drenaje	Km Km-2	1,81
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,28
Coeficiente de Forma	Ad	3,30
Coeficiente de Compacidad	Ad	2,16
Índice de alargamiento	Ad	4,53
Índice de asimetría	Ad	1,72
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	9,47
Tiempo Concentración - Temez	Horas	10,29
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,48
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	12,25
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,22
Tipo de cuenca según (Kc)	Rectangular oblonga	

Fuente: Elaboración propia

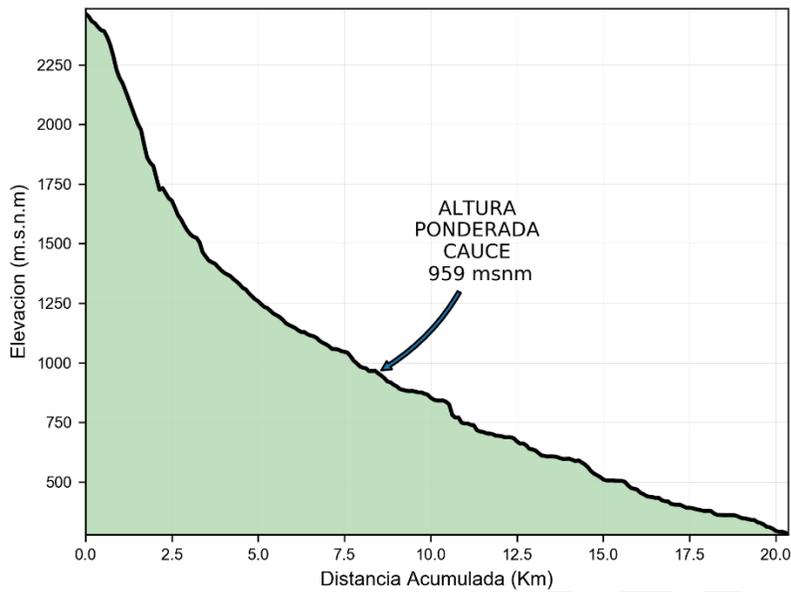


Figura 37 Perfil longitudinal del cauce principal río Quiparado. Elaboración propia

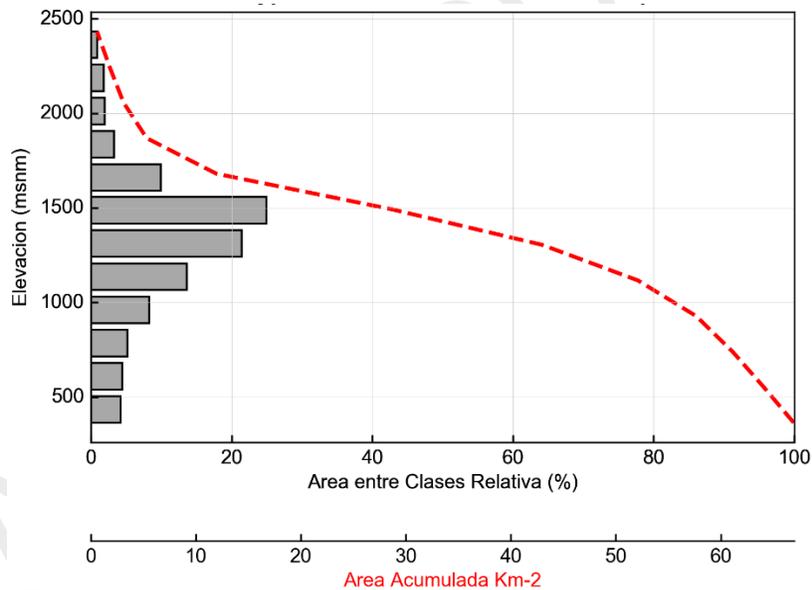


Figura 38 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Quiparado. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal muestra un cauce de muy alta pendiente en sus primeros tres kilómetros de recorrido, de ahí en más continua con una pendiente de moderada a suave, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca de muy madura y muy sedimentaria. Es del tipo Rectangular oblonga y se considera que presenta crecidas lentas.

Tabla 22 Resultados morfométricos subcuenca río Santo Domingo

**SUPERFICIE**

Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	49,10
Perímetro	Km	43,68
Cota mínima	msnm	1046
Cota máxima	msnm	2688
Desnivel altitudinal	m	1642
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1863,46
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	58,48
Ancho Medio de la Cuenca	Km	4,47
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	10,98
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	347,96
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1,09
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	15,01
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1515,50
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	11,32
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	4
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,37
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,57
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,32
Coefficiente de Forma	Ad	2,46
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,75
Índice de alargamiento	Ad	3,36
Índice de asimetría	Ad	1,08
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	7,46
Tiempo Concentración - Temez	Horas	8,16
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,40
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	9,29
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,96
Tipo de cuenca según (Kc)	Rectangular oblonga	

Fuente: Elaboración propia

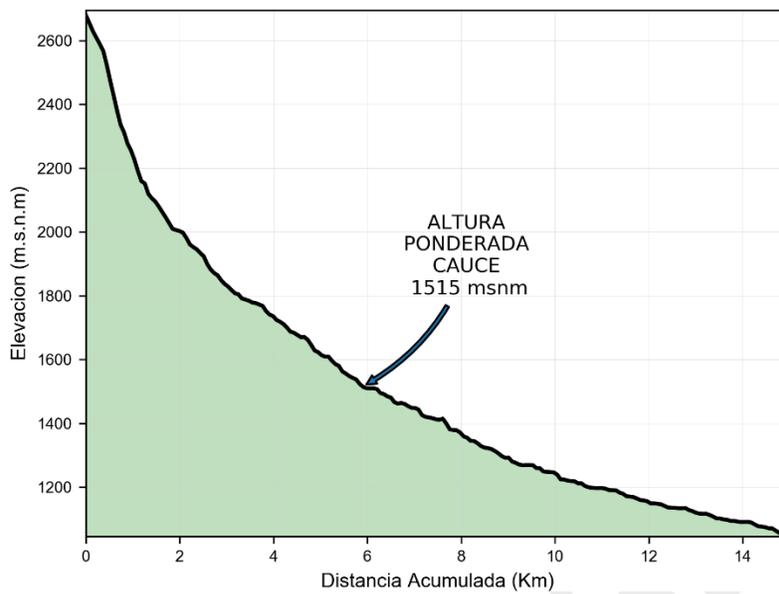
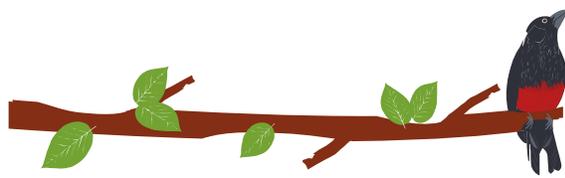


Figura 39 Perfil longitudinal del cauce principal río Santo Domingo. Elaboración propia

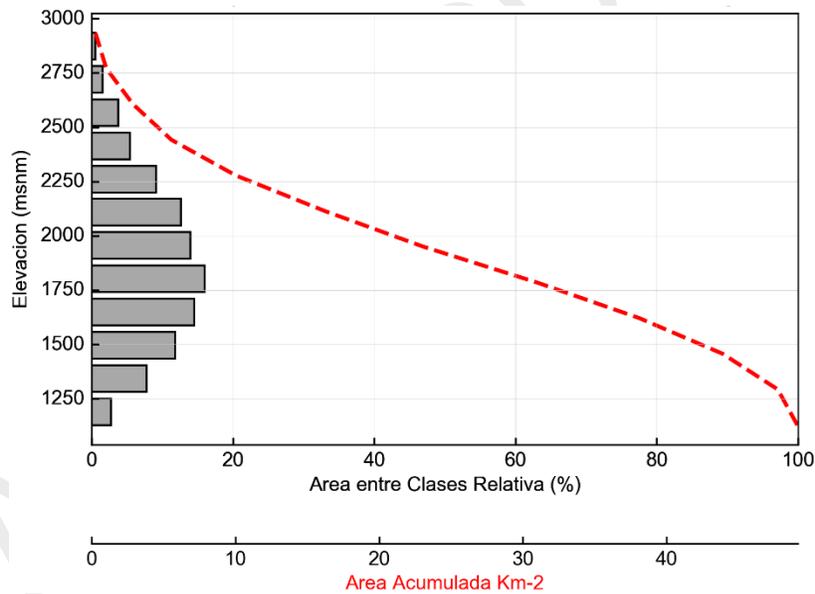


Figura 40 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Santo Domingo. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal muestra un cauce de muy alta pendiente en sus primeros dos kilómetros de recorrido, de ahí en más continúa con una pendiente de moderada a suave, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca madura de tendencia sedimentaria. Es del tipo Rectangular oblonga y se considera que presenta crecidas lentas.



### 1.5.3.181111-01-1800 - Directos Río Sucio - Q. Ambalema

Tabla 23 Resultados morfométricos subcuenca Directos Río Sucio - Q. Ambalema

<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	19,23
Perímetro	Km	26,34
Cota mínima	msnm	1
Cota máxima	msnm	1830,75
Desnivel altitudinal	m	1829,75
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1203,66
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	55,90
Ancho Medio de la Cuenca	Km	3,43
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	5,61
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	128,55
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,39
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	6,63
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1075,12
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	19,50
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	3
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,18
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,52
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,33
Coefficiente de Forma	Ad	1,64
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,68
Índice de alargamiento	Ad	n.a.
Índice de asimetría	Ad	n.a.
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	3,23
Tiempo Concentración - Temez	Horas	3,99
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	0,96
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	4,04
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,46
Tipo de cuenca según (Kc)	Oval oblonga a rectangular oblonga	

Fuente: Elaboración propia

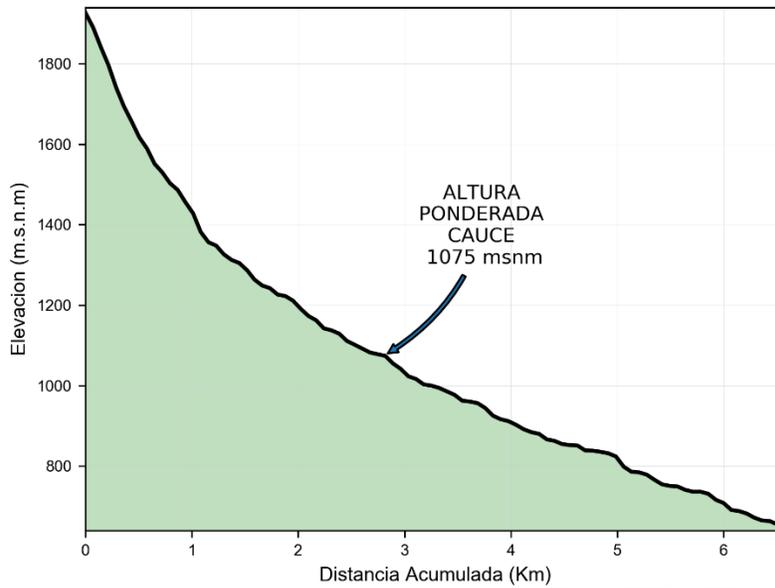


Figura 41 Perfil longitudinal del cauce principal Directos Rio Sucio - Q. Ambalema. Elaboración propia

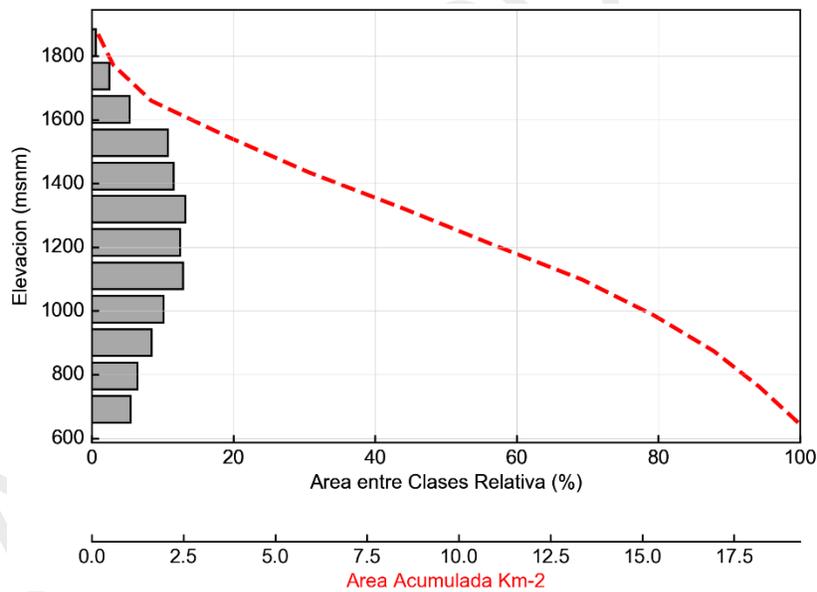
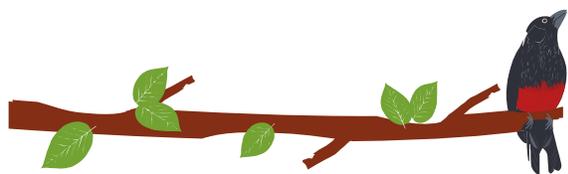


Figura 42 Curva hipsométrica e histograma de elevación Directos Rio Sucio - Q. Ambalema. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente en sus primeros dos kilómetros, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca desarrollada que se encuentra aproximadamente en un estado de equilibrio, es decir, no es una cuenca sedimentaria ni tampoco erosiva. Por ser de tipo oval oblonga a rectangular oblonga se considera que los picos en sus crecidas no son tan súbitos.

### 1.5.3.191111-01-1900 - Quebrada Noboga

Tabla 24 Resultados morfométricos subcuenca quebrada Noboga



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	34,89
Perímetro	Km	40,07
Cota mínima	msnm	647
Cota máxima	msnm	1926
Desnivel altitudinal	m	1279
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1556,85
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	36,26
Ancho Medio de la Cuenca	Km	2,78
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	12,57
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	212,58
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,68
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	14,99
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1344,26
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	8,86
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	4
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,19
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,59
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,31
Coefficiente de Forma	Ad	4,53
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,90
Índice de alargamiento	Ad	5,40
Índice de asimetría	Ad	1,04
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	8,20
Tiempo Concentración - Temez	Horas	8,54
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,43
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	10,08
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,01
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

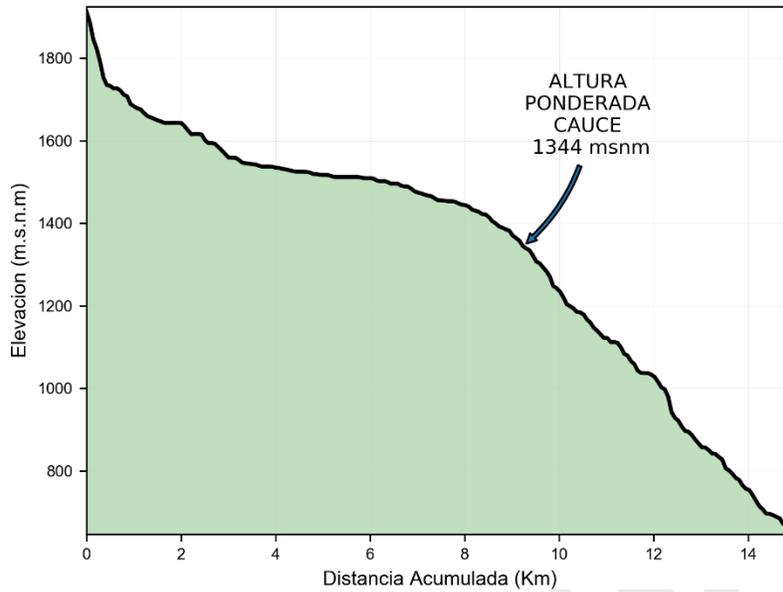


Figura 43 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada Noboga. Elaboración propia

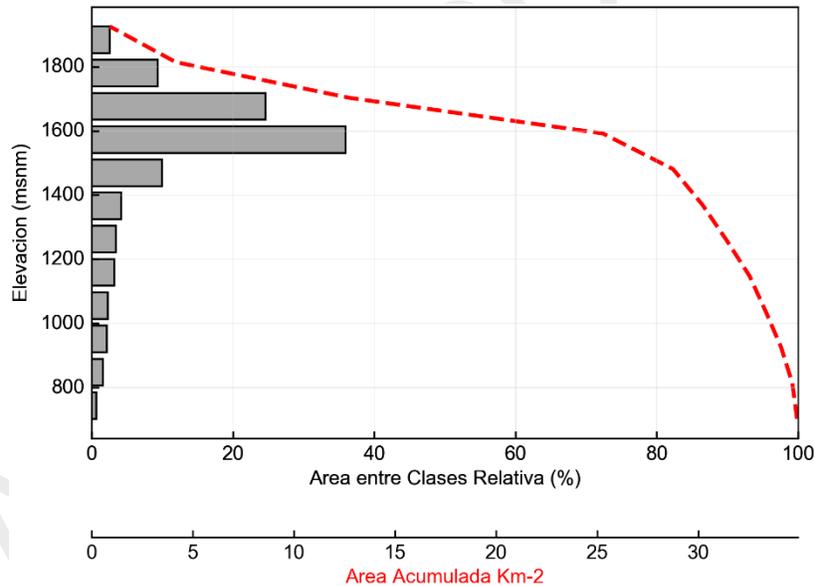
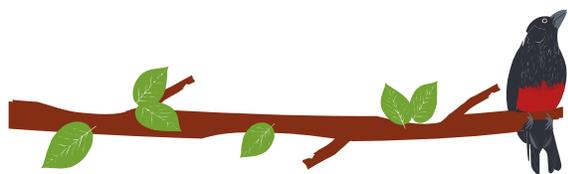


Figura 44 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada Noboga. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente durante sus primeros dos y los últimos tres kilómetros de su recorrido, en el resto presenta una pendiente baja. La curva hipsométrica muestra que es una cuenca joven con mucha capacidad erosiva. Por ser de tipo Rectangular oblonga se considera que presenta crecidas muy lentas.

### 1.5.3.201111-01-2000 - Río Sucio

Tabla 25 Resultados morfométricos subcuenca río Sucio



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	67,64
Perímetro	Km	53,26
Cota mínima	msnm	665
Cota máxima	msnm	953
Desnivel altitudinal	m	288
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1190,20
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	51,56
Ancho Medio de la Cuenca	Km	6,85
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	9,87
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	397,30
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1,24
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	14,53
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	792,90
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	2,19
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	6
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,47
Densidad de Drenaje	Km Km-2	1,56
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,32
Coefficiente de Forma	Ad	1,44
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,81
Índice de alargamiento	Ad	2,12
Índice de asimetría	Ad	n.a.
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	13,70
Tiempo Concentración - Temez	Horas	10,84
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	2,84
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	12,10
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,30
Tipo de cuenca según (Kc)	Oval redonda a oval oblonga	

Fuente: Elaboración propia

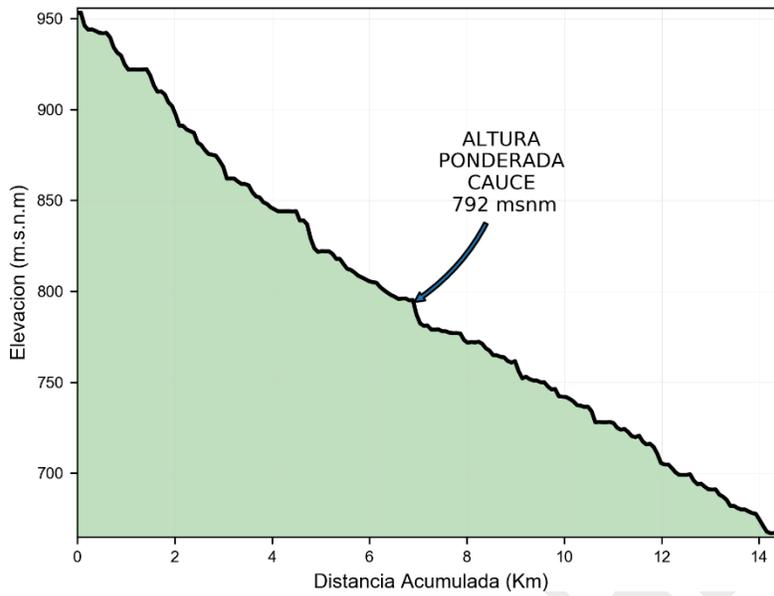


Figura 45 Perfil longitudinal del cauce principal río Sucio. Elaboración propia

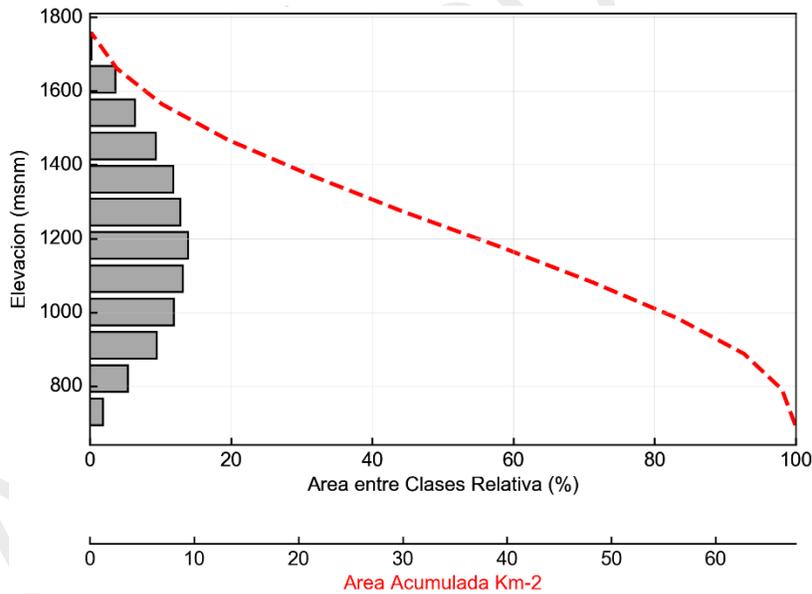


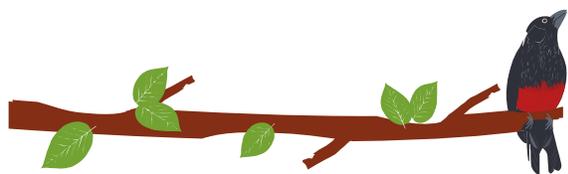
Figura 46 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Sucio. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal muestra un cauce con una pendiente de suave, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca en equilibrio de tendencia sedimentaria. Es del tipo Oval redonda a oval oblonga que presenta crecidas de descarga rápida.

### 1.5.3.21111-01-2100 - Río Uramita

Tabla 26 Resultados morfométricos subcuenca río Uramita

#### SUPERFICIE



Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	76,36
Perímetro	Km	69,33
Cota mínima	msnm	663
Cota máxima	msnm	1046
Desnivel altitudinal	m	383
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1315,68
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	55,38
Ancho Medio de la Cuenca	Km	6,10
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	12,53
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	466,84
Nivel de Disección del Relieve	Ad	1,45
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	16,81
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	848,84
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	2,65
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	5
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,34
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,55
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,32
Coefficiente de Forma	Ad	2,05
Coefficiente de Compacidad	Ad	2,22
Índice de alargamiento	Ad	n.a.
Índice de asimetría	Ad	n.a.
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	14,24
Tiempo Concentración - Temez	Horas	11,66
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	2,74
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	13,30
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,41
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

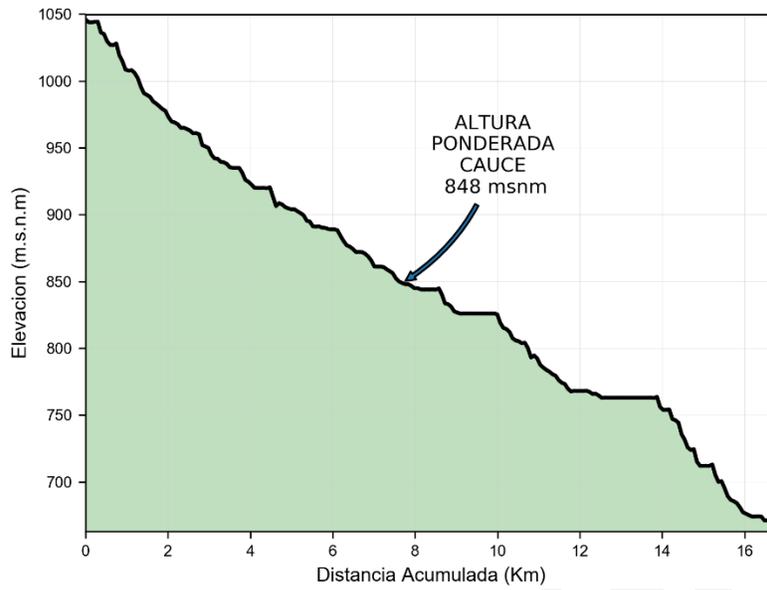


Figura 47 Perfil longitudinal del cauce principal río Uramita. Elaboración propia

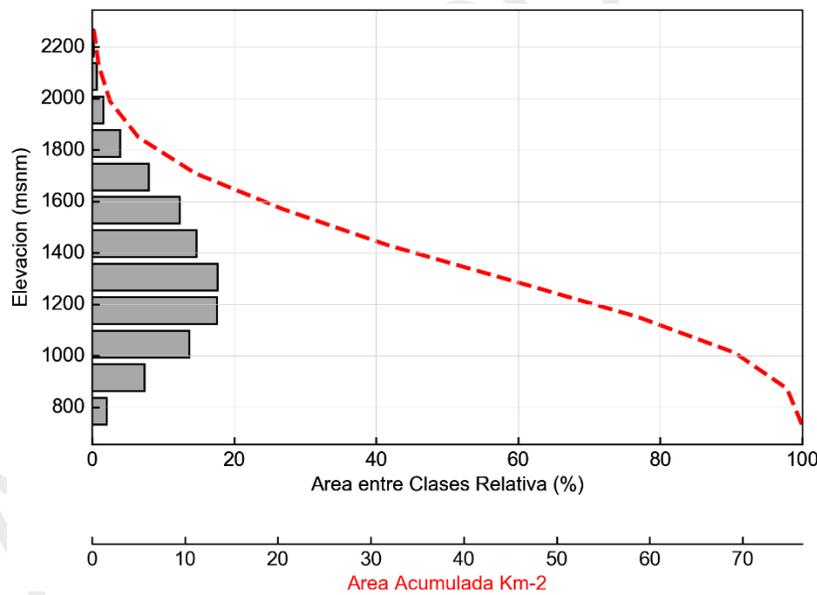


Figura 48 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Uramita. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal muestra un cauce pendiente suave, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca madura de tendencia sedimentaria. Es del tipo Rectangular oblonga y se considera que presenta crecidas lentas.

### 1.5.3.221111-01-2200 - Quebrada La Esperanza

Tabla 27 Resultados morfométricos subcuenca quebrada La Esperanza

SUPERFICIE		
Parámetro	Unidad	Valor

Área	Km <sup>2</sup>	30,23
Perímetro	Km	34,04
Cota mínima	msnm	808
Cota máxima	msnm	2284
Desnivel altitudinal	m	1476
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1530,12
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	57,64
Ancho Medio de la Cuenca	Km	4,51
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	6,71
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	245,50
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,71
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	8,59
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1284,63
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	17,19
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	4
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,28
Densidad de Drenaje	Km Km-2	1,45
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,34
Coefficiente de Forma	Ad	1,49
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,73
Índice de alargamiento	Ad	1,91
Índice de asimetría	Ad	3,74
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	4,14
Tiempo Concentración - Temez	Horas	4,97
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,10
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	5,13
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,58
Tipo de cuenca según (Kc)	Oval redonda a oval oblonga	

Fuente: Elaboración propia

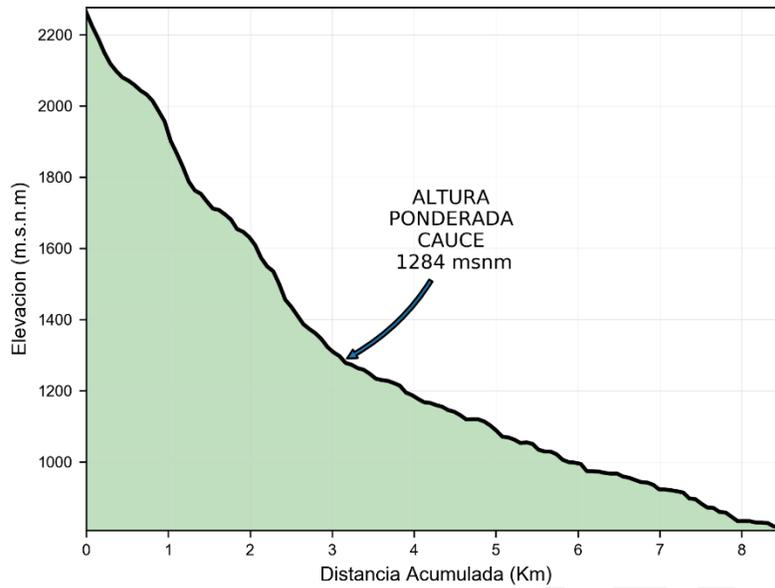


Figura 49 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada La Esperanza. Elaboración propia

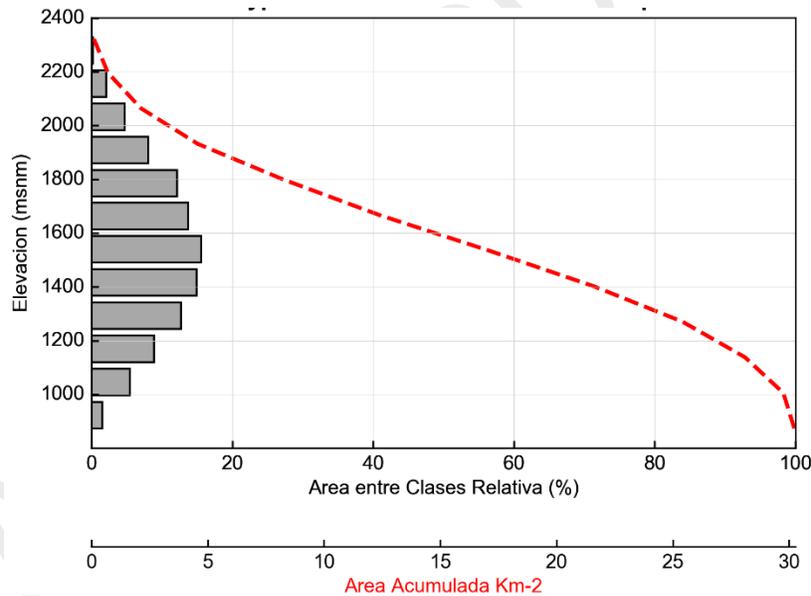


Figura 50 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada La Esperanza. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca desarrollada que se encuentra aproximadamente en un estado de equilibrio, es decir, no es una cuenca sedimentaria ni tampoco erosiva. Por ser de tipo Oval redonda a oval oblonga se considera que presenta crecidas rápidas.

### 1.5.3.231111-01-2300 - Quebrada Encalichada

Tabla 28 Resultados morfométricos subcuenca quebrada Encalichada

**SUPERFICIE**

Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	22,52
Perímetro	Km	30,75
Cota mínima	msnm	662
Cota máxima	msnm	2409
Desnivel altitudinal	m	1747
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1531,12
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	56,29
Ancho Medio de la Cuenca	Km	2,50
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	9,02
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	243,47
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,72

**RED HÍDRICA**

Longitud Cauce más Largo	Km	10,81
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1287,66
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	16,60
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	3

**PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS**

Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,20
Densidad de Drenaje	Km Km-2	1,49
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,34
Coefficiente de Forma	Ad	3,61
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,81
Índice de alargamiento	Ad	4,33
Índice de asimetría	Ad	3,13
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	5,00
Tiempo Concentración - Temez	Horas	5,94
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,04
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	6,70
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,70
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

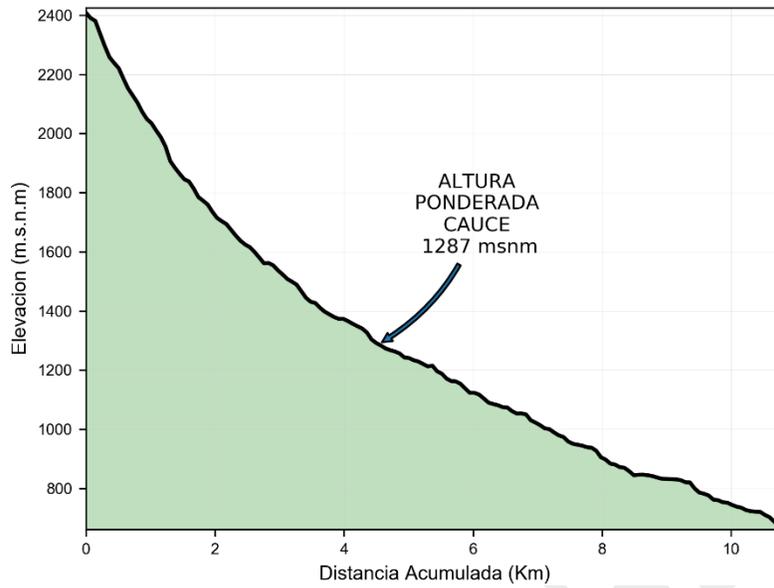


Figura 51 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada Encalichada. Elaboración propia

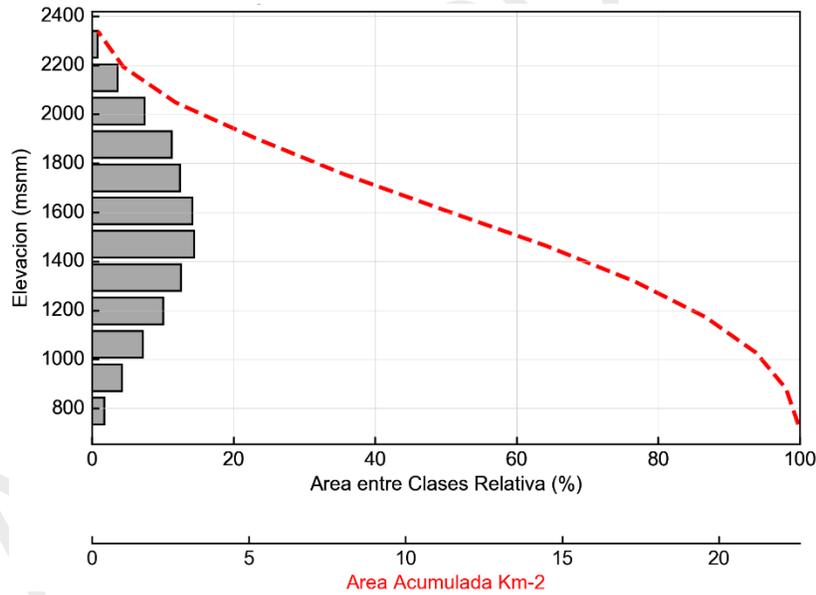
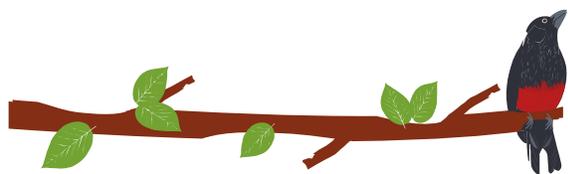


Figura 52 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada Encalichada. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca desarrollada que se encuentra aproximadamente en un estado de equilibrio, es decir, no es una cuenca sedimentaria ni tampoco erosiva. Por ser de tipo Rectangular oblonga se considera que las crecidas son lentas y con picos no tan pronunciados.

### 1.5.3.241111-01-2400 - Directos Río Sucio - Q. Murrabal - Q. Caliche

Tabla 29 Resultados morfométricos subcuenca Directos Río Sucio - Q. Murrabal - Q. Caliche



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	42,60
Perímetro	Km	40,93
Cota mínima	msnm	624
Cota máxima	msnm	1849
Desnivel altitudinal	m	1225
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1162,12
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	55,71
Ancho Medio de la Cuenca	Km	8,07
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	5,28
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	81,96
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,30
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	6,42
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	1080,16
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	20,05
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	3
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,22
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,80
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,28
Coeficiente de Forma	Ad	0,65
Coeficiente de Compacidad	Ad	1,76
Índice de alargamiento	Ad	0,79
Índice de asimetría	Ad	n.a.
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	3,11
Tiempo Concentración - Temez	Horas	3,88
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,20
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	3,59
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,45
Tipo de cuenca según (Kc)	Redonda	a oval
	redonda	

Fuente: Elaboración propia

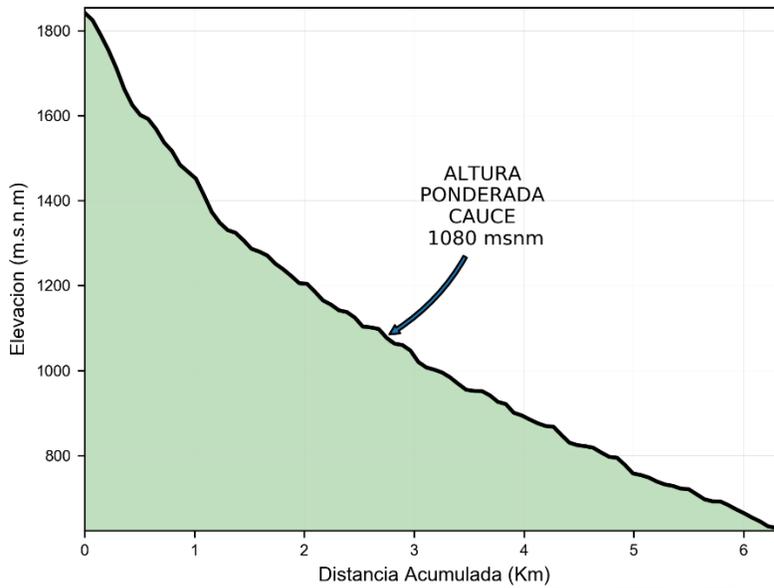


Figura 53 Perfil longitudinal del cauce principal Directos Rio Sucio - Q. Murrabal - Q. Caliche

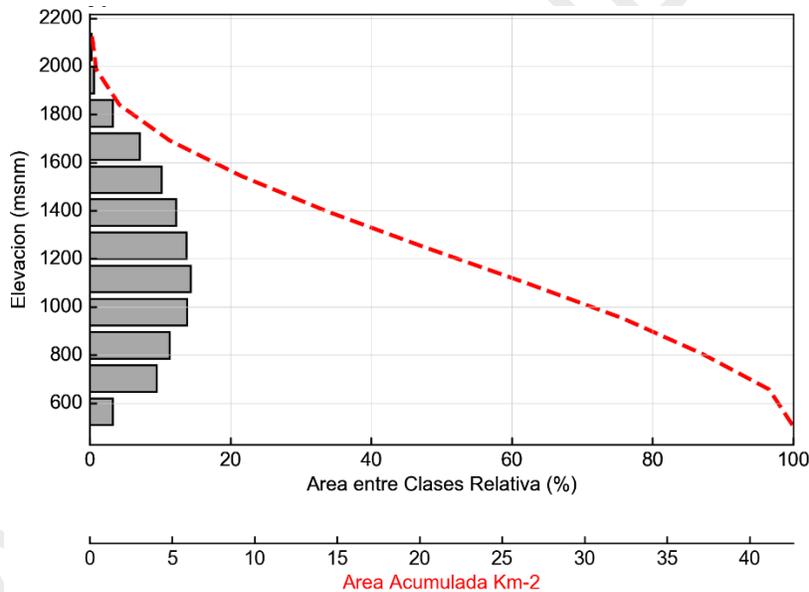


Figura 54 Curva hipsométrica e histograma de elevación Directos Rio Sucio - Q. Murrabal - Q. Caliche

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca madura, sedimentaria. Por ser de tipo Redonda a oval redonda se considera que los picos en sus crecidas son de descarga rápida.

### 1.5.3.251111-01-2500 - Río Urama Bajo

Tabla 30 Resultados morfométricos subcuenca río Urama Bajo

SUPERFICIE		
Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	75,54

Perímetro	Km	64,93
Cota mínima	msnm	438
Cota máxima	msnm	860
Desnivel altitudinal	m	422
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1355,20
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	61,53
Ancho Medio de la Cuenca	Km	5,93
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	12,73
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	711,36
Nivel de Disección del Relieve	Ad	2,20
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	16,10
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	643,83
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	3,19
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	5
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,26
Densidad de Drenaje	Km Km-2	1,55
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,32
Coefficiente de Forma	Ad	2,15
Coefficiente de Compacidad	Ad	2,09
Índice de alargamiento	Ad	n.a.
Índice de asimetría	Ad	n.a.
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	12,83
Tiempo Concentración - Temez	Horas	10,91
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	2,61
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	12,30
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	1,33
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

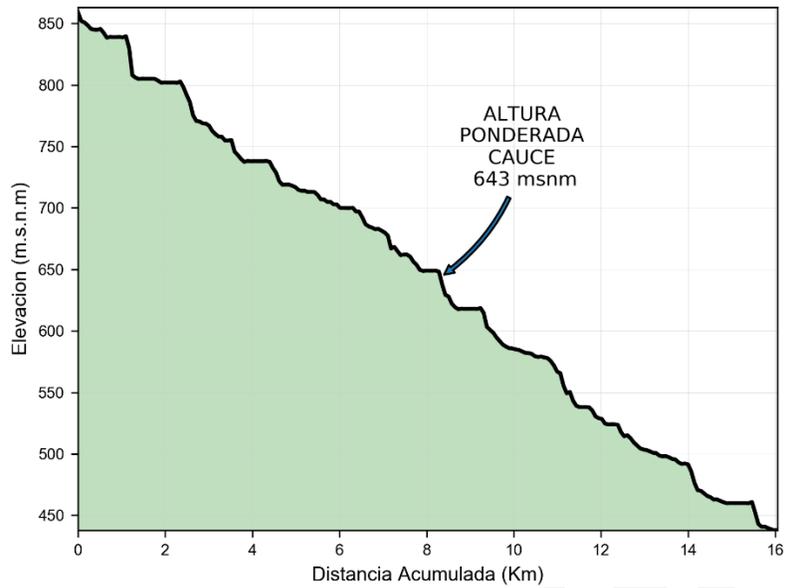


Figura 55 Perfil longitudinal del cauce principal río Urama Bajo. Elaboración propia

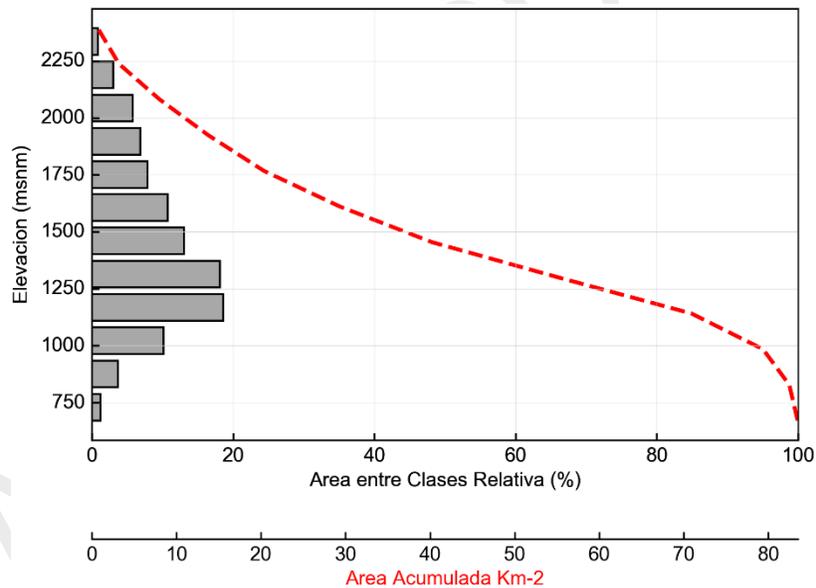


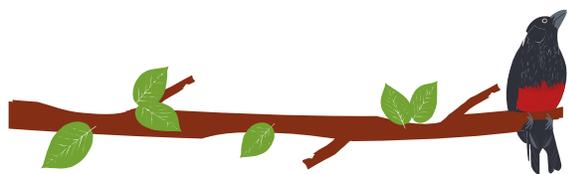
Figura 56 Curva hipsométrica e histograma de elevación río Urama Bajo. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal muestra un cauce pendiente suave, mientras que la curva hipsométrica presenta una cuenca madura de tendencia sedimentaria. Es del tipo Rectangular oblonga y se considera que presenta crecidas lentas.

### 1.5.3.261111-01-2600 - Directos Río Sucio - Q. Carra

Tabla 31 Resultados morfométricos subcuenca Directos Río Sucio - Q. Carra

SUPERFICIE		
Parámetro	Unidad	Valor



Área	Km <sup>2</sup>	31,07
Perímetro	Km	36,37
Cota mínima	msnm	416
Cota máxima	msnm	1588
Desnivel altitudinal	m	1172
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	872,87
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	54,74
Ancho Medio de la Cuenca	Km	4,98
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	6,25
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	-45,22
Nivel de Disección del Relieve	Ad	-0,19
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	7,92
Altura Ponderada del Cauce Principal	msnm	918,09
Pendiente Ponderada del Cauce Principal	%	15,50
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	2
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,27
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	2,15
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,23
Coefficiente de Forma	Ad	1,26
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,83
Índice de alargamiento	Ad	n.a.
Índice de asimetría	Ad	n.a.
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	4,04
Tiempo Concentración - Temez	Horas	4,76
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,18
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	4,82
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,56
Tipo de cuenca según (Kc)		Redonda a oval redonda

Fuente: Elaboración propia

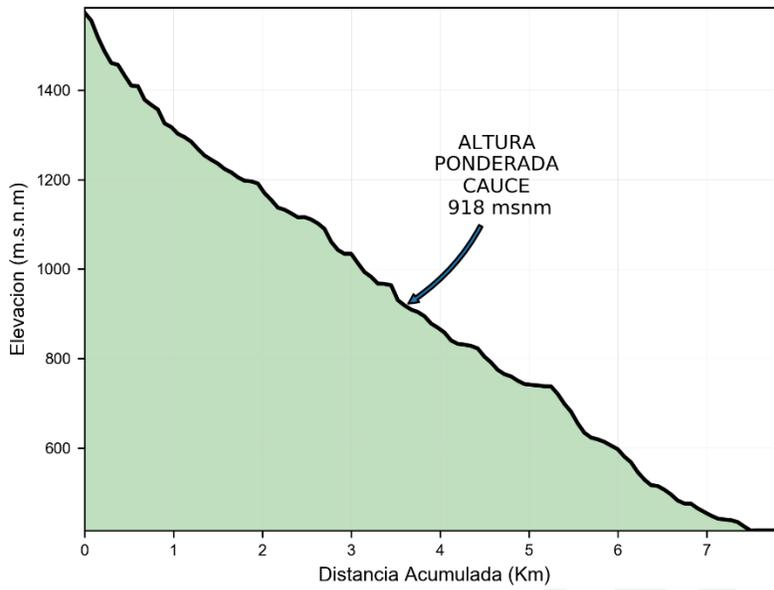


Figura 57 Perfil longitudinal del cauce principal quebrada Carra

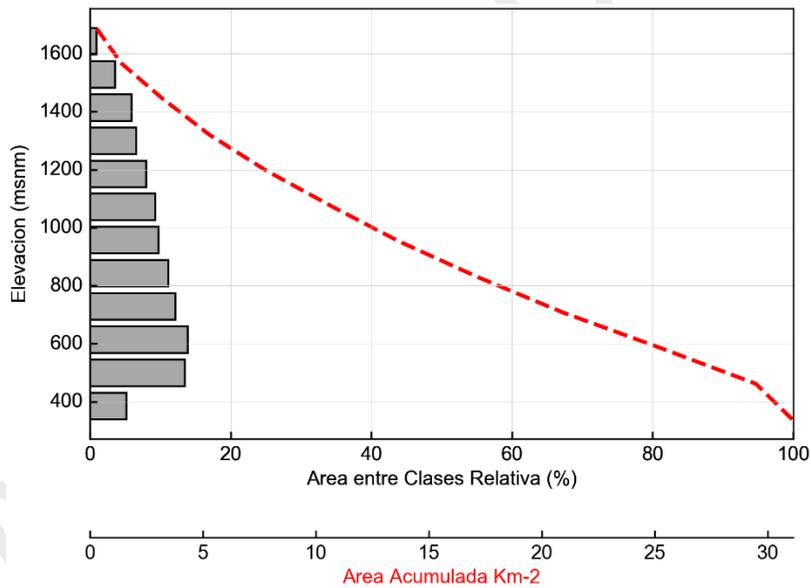


Figura 58 Curva hipsométrica e histograma de elevación quebrada Carra. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca desarrollada que se encuentra aproximadamente en un estado de equilibrio, es decir, no es una cuenca sedimentaria ni tampoco erosiva. Por ser de tipo Redonda a oval redonda se considera que es una cuenca de descarga rápida.

### 1.5.4 Caracterización morfométrica Microcuencas (Nivel 03)

A continuación, se presenta el análisis para las 11 microcuencas jerarquizadas para el río Sucio Alto, con sus respectivas gráficas correspondientes al perfil del cauce principal y la curva hipsométrica.

#### 1.5.4.1 1111-01-02-01 - Quebrada Cerrazón

Tabla 32 Resultados morfométricos microcuenca Q. Cerrazón

<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	0,50
Perímetro	Km	4,90
Cota mínima	msnm	886
Cota máxima	msnm	1646
Desnivel altitudinal	m	760
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1378,69
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	55,83
Ancho Medio de la Cuenca	Km	0,34
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	1,50
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	50,10
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,23
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	1,80
Altura Ponderada Cauce Principal	msnm	1328,59
Pendiente Ponderada Cauce Principal	%	41,94
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	1
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,20
Densidad de Drenaje	Km Km-2	2,31
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,22
Coefficiente de Forma	Ad	4,46
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,93
Índice de alargamiento	Ad	5,34
Índice de asimetría	Ad	1,59
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	0,88
Tiempo Concentración - Temez	Horas	1,30
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	0,35
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	1,35
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,15
Tipo de cuenca según (Kc)	Rectangular oblonga	

Fuente: Elaboración propia

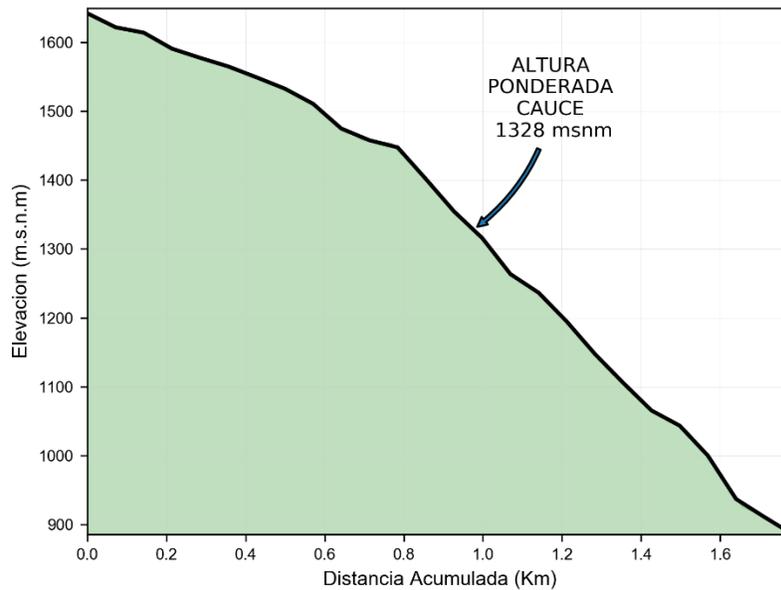
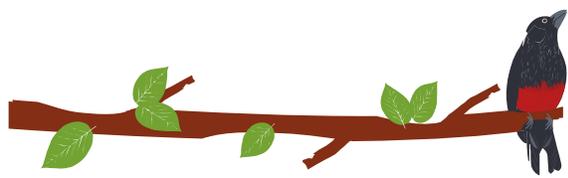


Figura 59 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Cerrazón. Elaboración propia

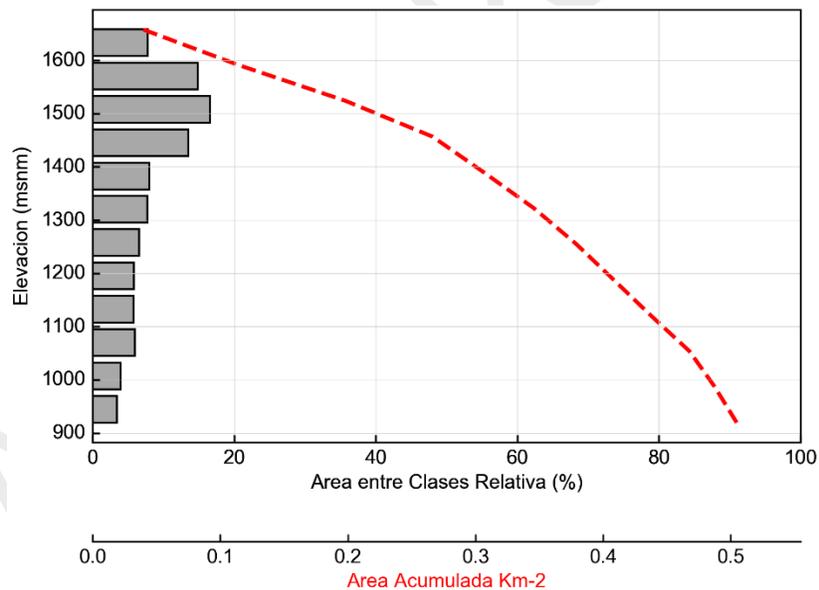
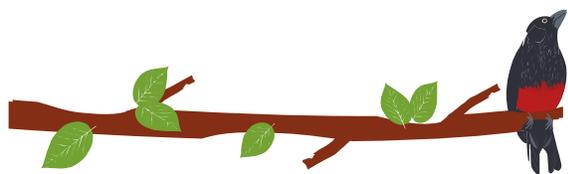


Figura 60 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Cerrazón. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, confirmado con la curva hipsométrica que muestra que es una cuenca con alta tendencia erosiva. Por ser de tipo rectangular oblonga se considera que los picos en sus crecidas no son pronunciados y presenta crecientes que no son súbitas.

#### 1.5.4.2 1111-01-04-01 - Quebrada Golondrina

Tabla 33 Resultados morfométricos microcuenca Q. Golondrina



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	0,50
Perímetro	Km	4,90
Cota mínima	msnm	886
Cota máxima	msnm	1646
Desnivel altitudinal	m	760
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1378,69
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	55,83
Ancho Medio de la Cuenca	Km	0,34
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	1,50
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	50,10
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,23
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	1,80
Altura Ponderada Cauce Principal	msnm	1328,59
Pendiente Ponderada Cauce Principal	%	41,94
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	1
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,20
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	2,31
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,22
Coefficiente de Forma	Ad	4,46
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,93
Índice de alargamiento	Ad	5,34
Índice de asimetría	Ad	1,07
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	0,88
Tiempo Concentración - Temez	Horas	1,30
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	0,35
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	1,35
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,15
Tipo de cuenca según (Kc)	Oval oblonga a rectangular oblonga	

Fuente: Elaboración propia

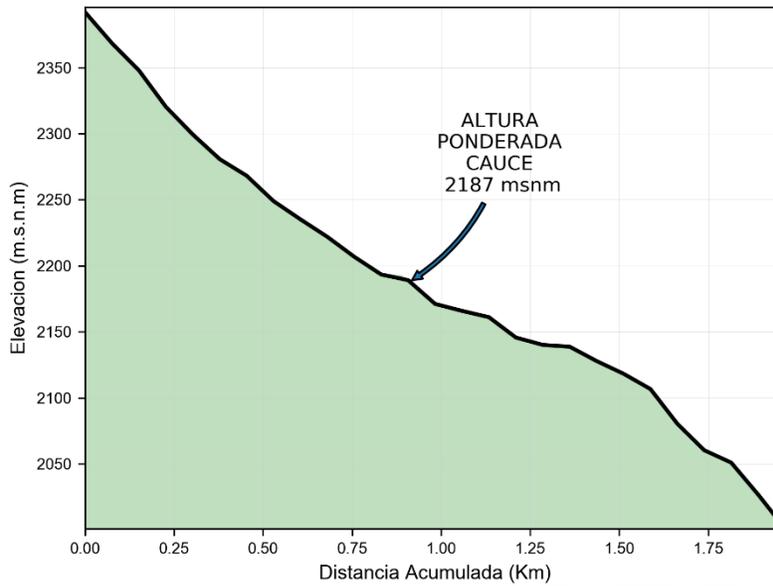


Figura 61 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Golondrina. Elaboración propia

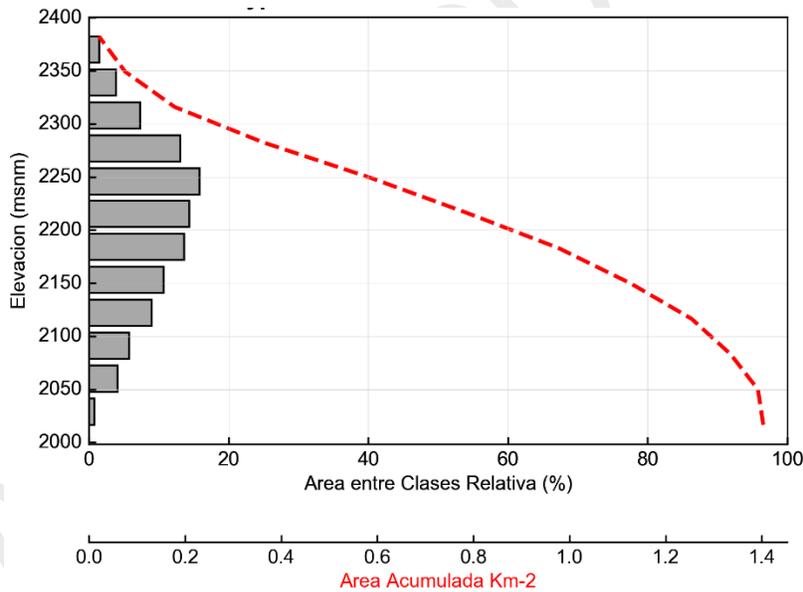


Figura 62 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Golondrina. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca desarrollada que se encuentra aproximadamente en un estado de equilibrio, es decir, no es una cuenca sedimentaria ni tampoco erosiva. Por ser de tipo Oval oblonga a rectangular oblonga se considera que presenta crecientes que no son súbitas.

#### 1.5.4.3 1111-01-06-01 - Quebrada La Carmelita

Tabla 34 Resultados morfométricos microcuenca Q. La Carmelita

**SUPERFICIE**

Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	1,36
Perímetro	Km	8,14
Cota mínima	msnm	269
Cota máxima	msnm	3418
Desnivel altitudinal	m	3149
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	2375,60
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	50,17
Ancho Medio de la Cuenca	Km	0,58
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	2,34
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	68,96
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,53

**RED HÍDRICA**

Longitud Cauce más Largo	Km	3,12
Altura Ponderada Cauce Principal	msnm	2306,64
Pendiente Ponderada Cauce Principal	%	23,78
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	1

**PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS**

Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,34
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	3,86
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,13
Coefficiente de Forma	Ad	4,02
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,95
Índice de alargamiento	Ad	5,36
Índice de asimetría	Ad	1,95
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	1,67
Tiempo Concentración - Temez	Horas	2,19
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	0,54
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	2,38
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,25
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

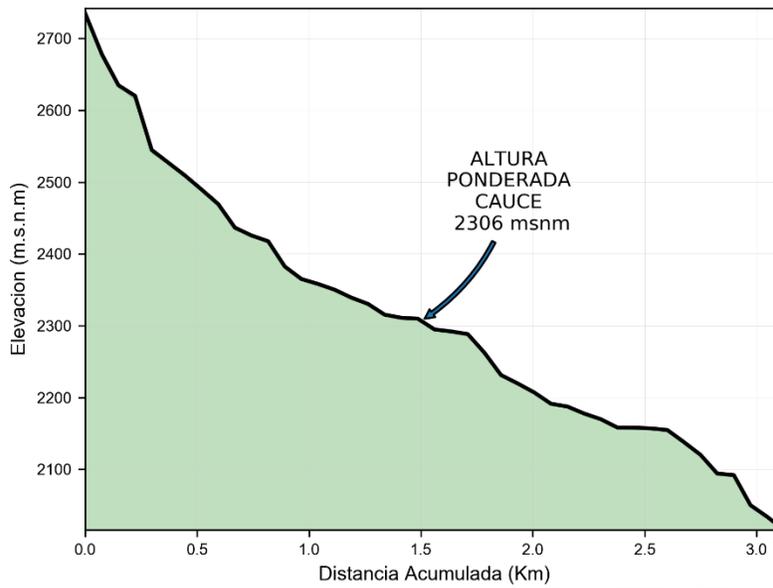


Figura 63 Perfil longitudinal del cauce principal Q. La Carmelita. Elaboración propia

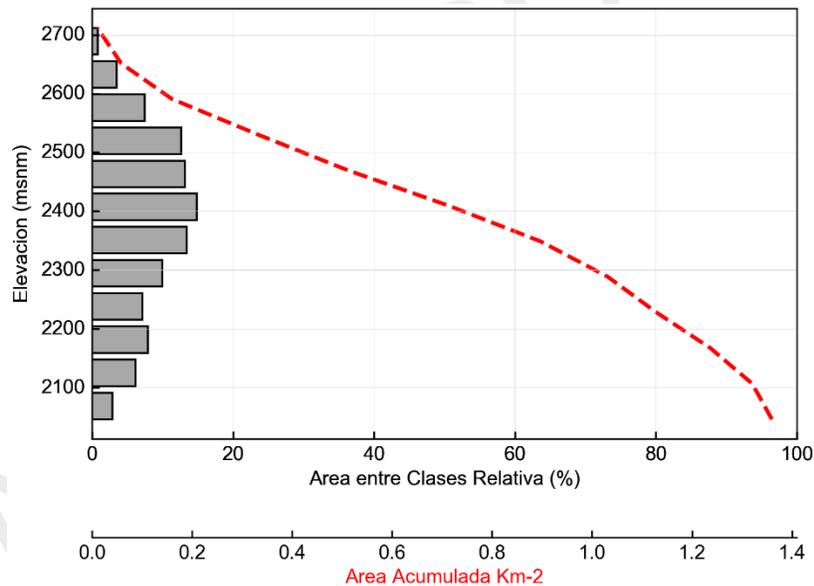
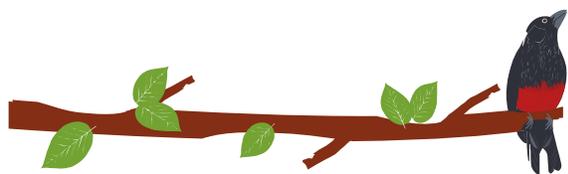


Figura 64 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. La Carmelita. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca desarrollada que se encuentra aproximadamente en un estado de equilibrio, es decir, no es una cuenca sedimentaria ni tampoco erosiva. Por ser de tipo rectangular oblonga se considera que presenta crecientes que no son súbitas y con picos no tan pronunciados.

#### 1.5.4.4 1111-01-06-02 - Quebrada La Piedrahita

Tabla 35 Resultados morfométricos microcuenca Q. La Piedrahita



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	3,09
Perímetro	Km	12,59
Cota mínima	msnm	1687
Cota máxima	msnm	2083
Desnivel altitudinal	m	396
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1841,75
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	27,77
Ancho Medio de la Cuenca	Km	0,95
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	3,24
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	37,18
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,18
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	4,02
Altura Ponderada Cauce Principal	msnm	1804,58
Pendiente Ponderada Cauce Principal	%	9,98
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	2
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,24
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	2,44
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,20
Coefficiente de Forma	Ad	3,40
Coefficiente de Compacidad	Ad	2,01
Índice de alargamiento	Ad	4,22
Índice de asimetría	Ad	1,77
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	2,84
Tiempo Concentración - Temez	Horas	3,11
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	0,86
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	3,36
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,36
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

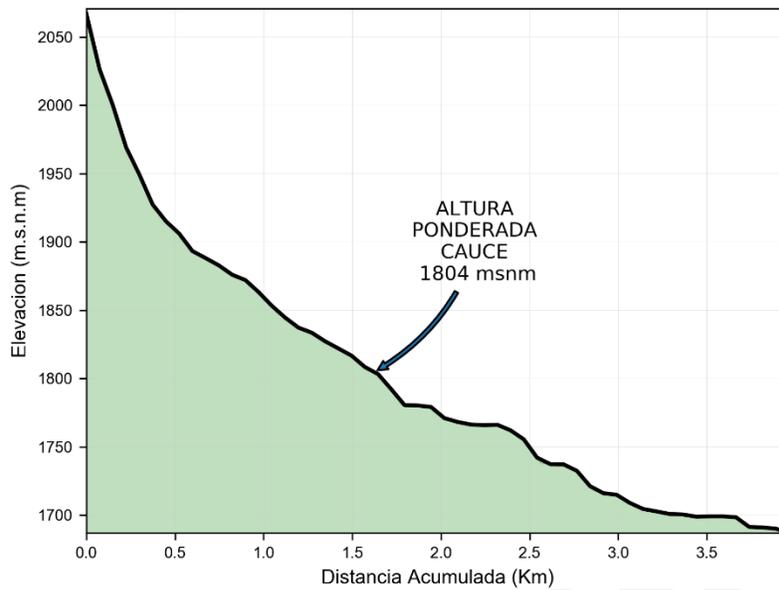


Figura 65 Perfil longitudinal del cauce principal Q. La Piedrahita. Elaboración propia

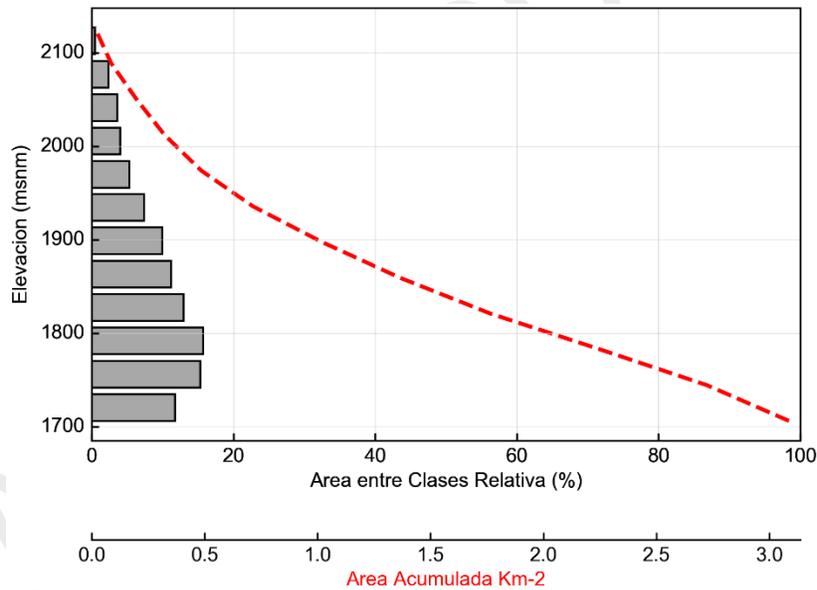


Figura 66 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. La Piedrahita. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce una pendiente fuerte, mientras que la curva hipsométrica muestra una cuenca con tendencia sedimentaria, es decir una cuenca madura. Por ser de tipo rectangular oblonga se considera que presenta crecientes que no son súbitas y con picos no tan pronunciados.

#### 1.5.4.5 1111-01-07-01 - Quebrada Auyameras

Tabla 36 Resultados morfométricos microcuenca Q. Auyameras

##### SUPERFICIE

Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	0,83
Perímetro	Km	4,87
Cota mínima	msnm	2143
Cota máxima	msnm	2670
Desnivel altitudinal	m	527
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	2441,04
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	58,69
Ancho Medio de la Cuenca	Km	0,72
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	1,15
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	57,27
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,33
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	1,64
Altura Ponderada Cauce Principal	msnm	2383,76
Pendiente Ponderada Cauce Principal	%	32,53
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	1
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coficiente Sinuosidad	Ad	1,42
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	2,90
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,17
Coficiente de Forma	Ad	1,60
Coficiente de Compacidad	Ad	1,50
Índice de alargamiento	Ad	2,27
Índice de asimetría	Ad	1,74
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	0,90
Tiempo Concentración - Temez	Horas	1,27
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	0,44
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	1,23
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,15
Tipo de cuenca según (Kc)	Oval redonda a oval oblonga	

Fuente: Elaboración propia

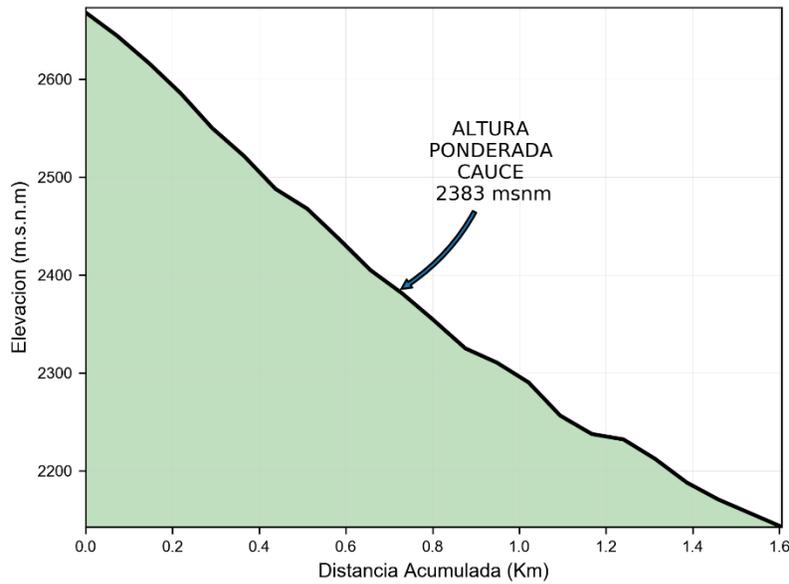


Figura 67 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Auyameras. Elaboración propia

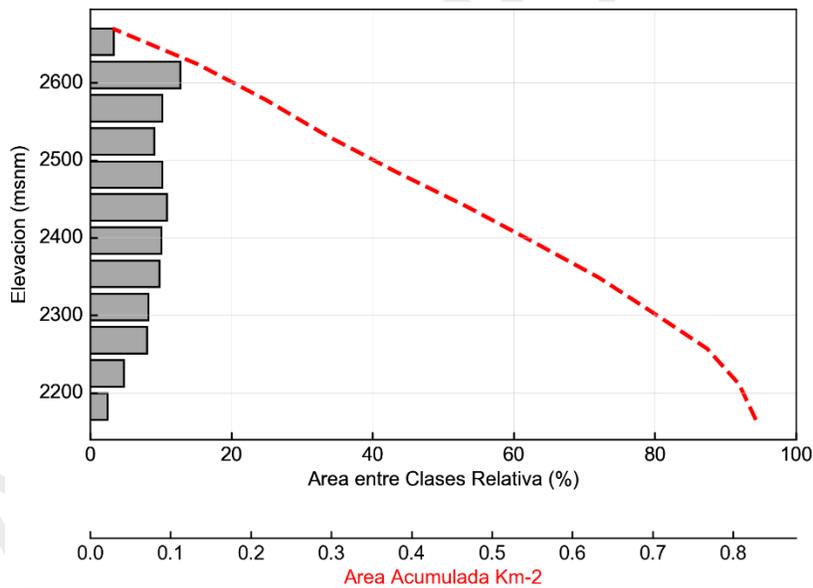


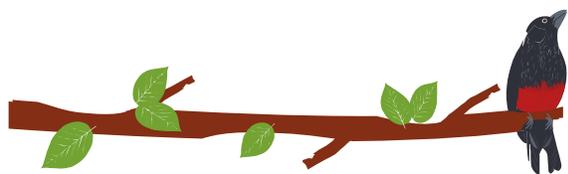
Figura 68 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Auyameras. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una de tendencia erosiva, es decir una cuenca joven. Por ser de tipo Oval redonda a oval oblonga se considera que los picos en sus crecidas son pronunciados y con crecientes que pueden ser súbitas.

#### 1.5.4.6 1111-01-07-02 - Quebrada Los Chorros

Tabla 37 Resultados morfométricos microcuenca Q. Los Chorros

### SUPERFICIE



<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	0,87
Perímetro	Km	5,30
Cota mínima	msnm	2141
Cota máxima	msnm	2825
Desnivel altitudinal	m	684
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	2489,20
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	55,89
Ancho Medio de la Cuenca	Km	0,55
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	1,58
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	53,85
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,20
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	1,90
Altura Ponderada Cauce Principal	msnm	2435,35
Pendiente Ponderada Cauce Principal	%	37,61
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	1
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,20
Densidad de Drenaje	Km Km-2	1,87
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,27
Coeficiente de Forma	Ad	2,89
Coeficiente de Compacidad	Ad	1,59
Índice de alargamiento	Ad	3,48
Índice de asimetría	Ad	1,05
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	0,96
Tiempo Concentración - Temez	Horas	1,38
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	0,42
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	1,39
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,16
Tipo de cuenca según (Kc)	Oval oblonga a rectangular oblonga	

Fuente: Elaboración propia

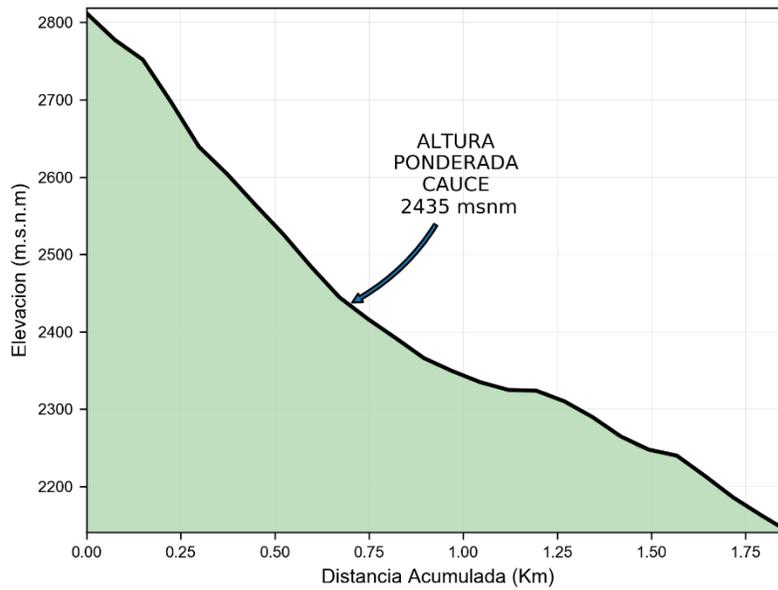


Figura 69 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Los Chorros. Elaboración propia

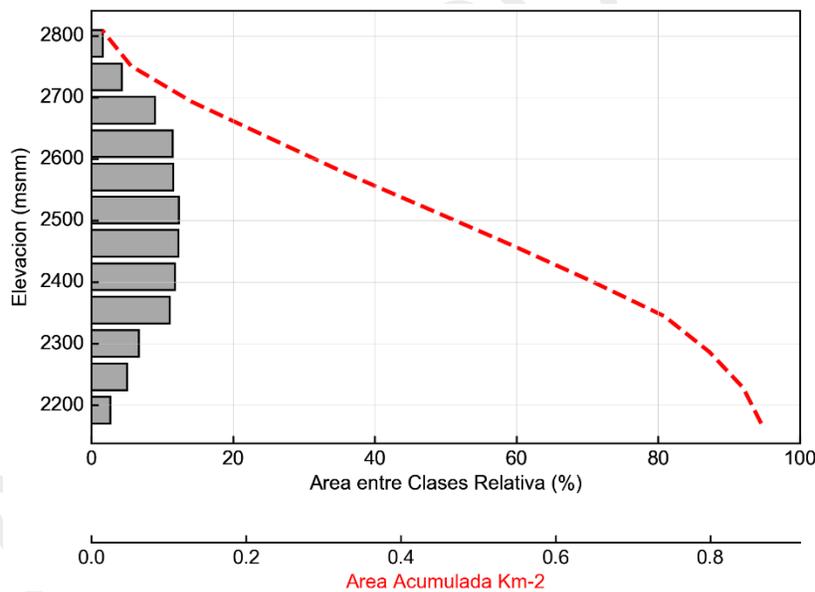
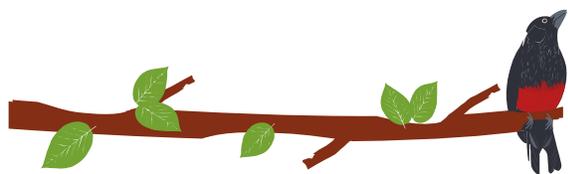


Figura 70 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Los Chorros. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de muy alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca desarrollada que se encuentra aproximadamente en un estado de equilibrio, es decir, no es una cuenca sedimentaria ni tampoco erosiva. Por ser de tipo Oval oblonga a rectangular oblonga se considera que presenta crecidas con picos poco pronunciados y crecientes que no son súbitas.

#### 1.5.4.7 1111-01-08-01 - Quebrada Media Cuesta

Tabla 38 Resultados morfométricos microcuenca Q. Media Cuesta



<b>SUPERFICIE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Área	Km <sup>2</sup>	2,97
Perímetro	Km	11,86
Cota mínima	msnm	1436
Cota máxima	msnm	2376
Desnivel altitudinal	m	940
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1926,77
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	58,37
Ancho Medio de la Cuenca	Km	0,94
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	3,16
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	160,31
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,61
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	3,86
Altura Ponderada Cauce Principal	msnm	1766,46
Pendiente Ponderada Cauce Principal	%	25,45
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	2
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coeficiente Sinuosidad	Ad	1,22
Densidad de Drenaje	Km Km-2	1,90
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,26
Coeficiente de Forma	Ad	3,36
Coeficiente de Compacidad	Ad	1,92
Índice de alargamiento	Ad	4,10
Índice de asimetría	Ad	1,39
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	1,92
Tiempo Concentración - Temez	Horas	2,53
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	0,61
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	2,69
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,29
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

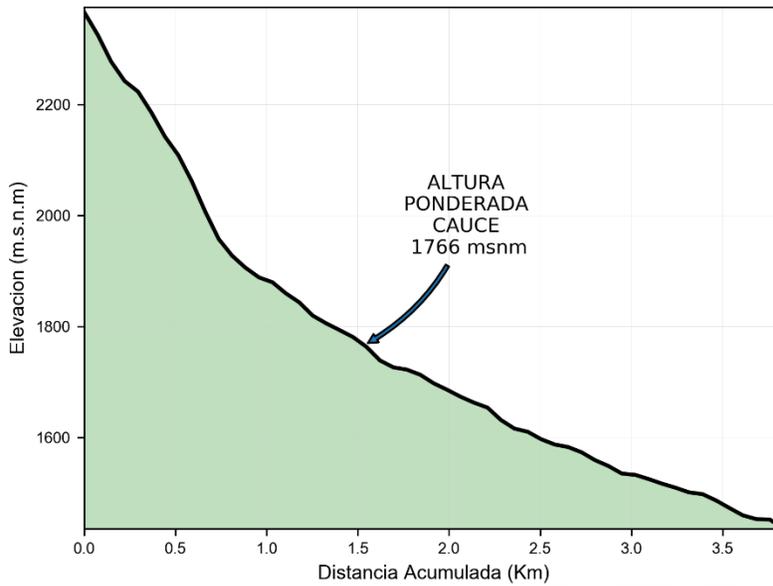


Figura 71 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Media Cuesta. Elaboración propia

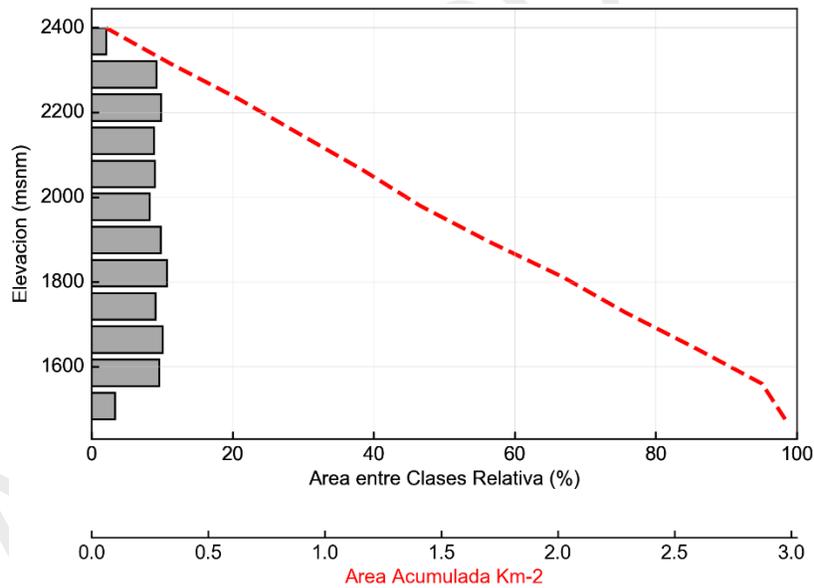


Figura 72 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Media Cuesta. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de muy alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca desarrollada que se encuentra aproximadamente en un estado de equilibrio, es decir, no es una cuenca sedimentaria ni tampoco erosiva. Por ser de tipo rectangular oblonga se considera que presenta crecidas con picos atenuados y crecientes que no son súbitas.

#### 1.5.4.8 1111-01-08-02 - Quebrada Apucarpo

Tabla 39 Resultados morfométricos microcuenca Q. Apucarpo

**SUPERFICIE**

Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	4,73
Perímetro	Km	12,69
Cota mínima	msnm	1519
Cota máxima	msnm	2582
Desnivel altitudinal	m	1063
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	2018,06
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	60,23
Ancho Medio de la Cuenca	Km	1,43
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	3,30
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	134,90
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,51

**RED HÍDRICA**

Longitud Cauce más Largo	Km	3,85
Altura Ponderada Cauce Principal	msnm	1883,16
Pendiente Ponderada Cauce Principal	%	27,52
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	3

**PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS**

Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,17
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,90
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,26
Coefficiente de Forma	Ad	2,30
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,63
Índice de alargamiento	Ad	2,69
Índice de asimetría	Ad	1,04
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	1,86
Tiempo Concentración - Temez	Horas	2,49
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	0,64
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	2,52
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,29
Tipo de cuenca según (Kc)		Oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

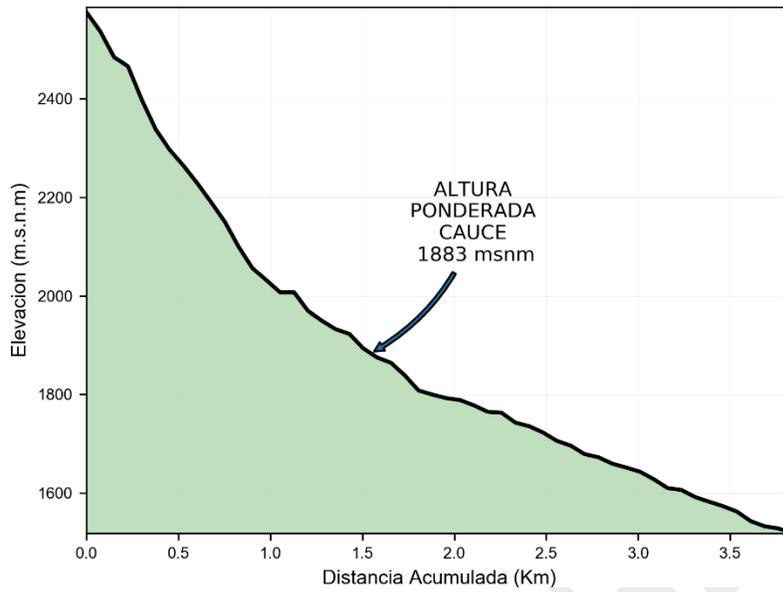


Figura 73 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Apucarpo. Elaboración propia

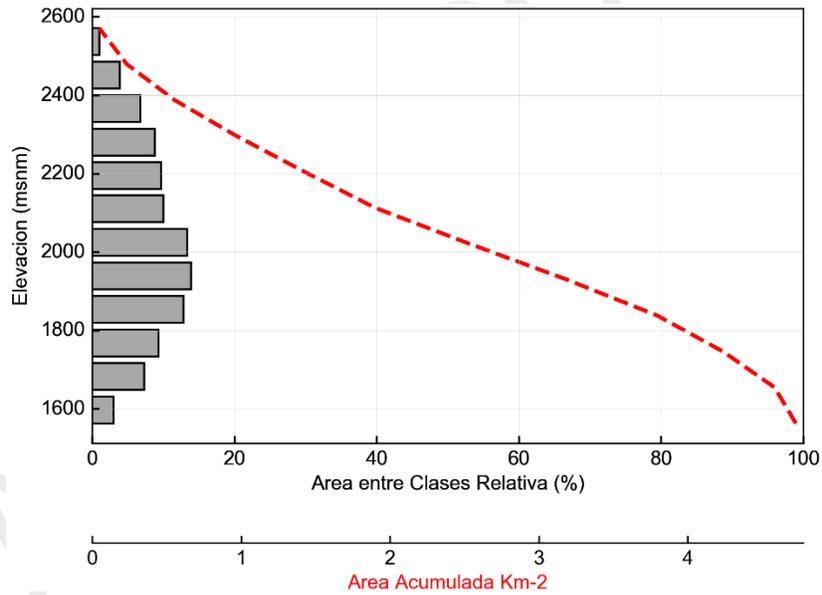


Figura 74 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Apucarpo. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de muy alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca desarrollada que se encuentra aproximadamente en un estado de equilibrio, es decir, no es una cuenca sedimentaria ni tampoco erosiva. Por ser de tipo oval oblonga a rectangular oblonga se considera que los picos en sus crecidas no son tan súbitos.

#### 1.5.4.9 1111-01-09-01 - Quebrada Palmichal

Tabla 40 Resultados morfométricos microcuenca Q. Palmichal

**SUPERFICIE**

Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	0,50
Perímetro	Km	3,82
Cota mínima	msnm	1723
Cota máxima	msnm	2166
Desnivel altitudinal	m	443
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1963,51
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	60,89
Ancho Medio de la Cuenca	Km	0,41
Longitud Lineal del Cauce Más Largo	Km	1,21
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	50,66
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,32

**RED HÍDRICA**

Longitud Cauce más Largo	Km	1,38
Altura Ponderada Cauce Principal	msnm	1912,86
Pendiente Ponderada Cauce Principal	%	32,40
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	1

**PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS**

Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,14
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	3,20
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,16
Coefficiente de Forma	Ad	2,93
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,51
Índice de alargamiento	Ad	3,35
Índice de asimetría	Ad	1,94
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	0,79
Tiempo Concentración - Temez	Horas	1,12
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	0,40
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	1,09
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,13
Tipo de cuenca según (Kc)		Oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

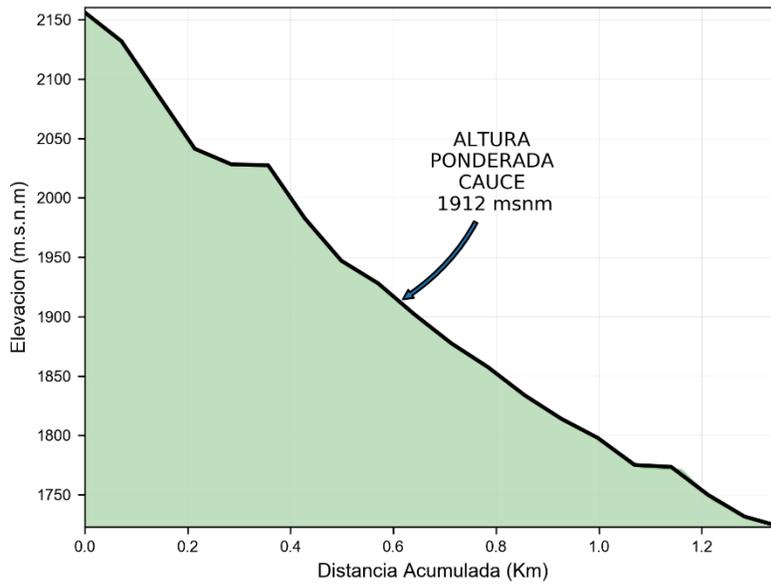


Figura 75 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Palmichal. Elaboración propia

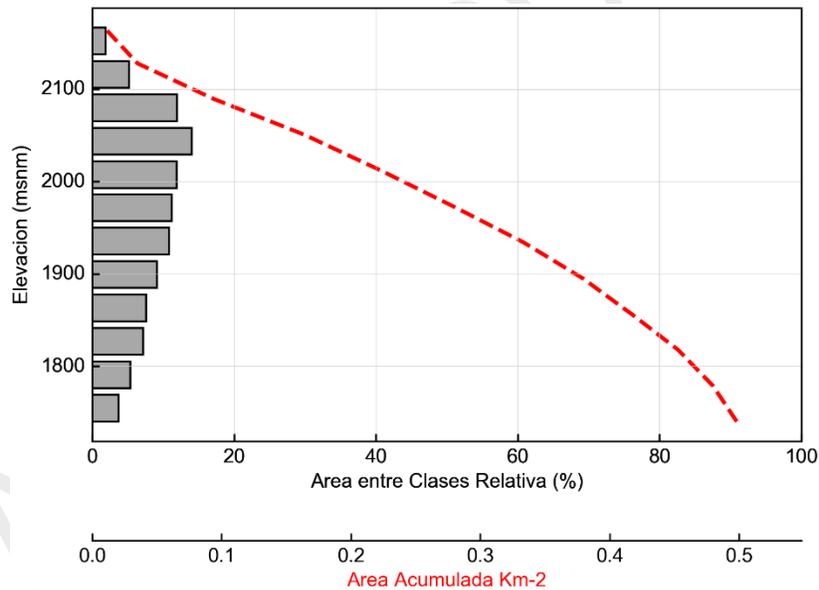


Figura 76 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Palmichal. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de muy alta pendiente en promedio, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca con tendencia erosiva. Por ser de tipo Oval oblonga a rectangular oblonga se considera que presenta crecidas con picos no tan fuertes y crecientes que se espera no sean súbitas.

#### 1.5.4.101111-01-16-01 - Quebrada Antado

Tabla 41 Resultados morfométricos microcuenca Q. Antado

##### SUPERFICIE

Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	34,96
Perímetro	Km	39,24
Cota mínima	msnm	617
Cota máxima	msnm	2432
Desnivel altitudinal	m	1815
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1644,19
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	50,42
Ancho Medio de la Cuenca	Km	3,14
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	11,13
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	188,62
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,70
<b>RED HÍDRICA</b>		
Longitud Cauce más Largo	Km	13,70
Altura Ponderada Cauce Principal	msnm	1455,58
Pendiente Ponderada Cauce Principal	%	13,64
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	4
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS</b>		
Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,23
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,86
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,27
Coefficiente de Forma	Ad	3,54
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,86
Índice de alargamiento	Ad	4,36
Índice de asimetría	Ad	1,02
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	6,47
Tiempo Concentración - Temez	Horas	7,36
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	1,22
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	8,45
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,87
Tipo de cuenca según (Kc)		Rectangular oblonga

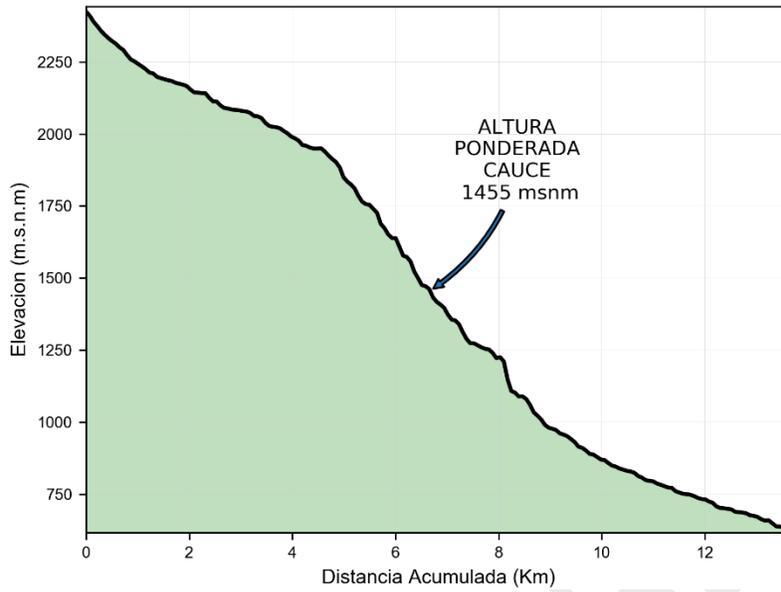
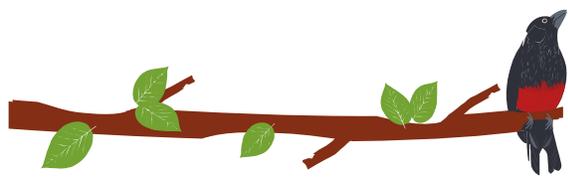


Figura 77 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Antado. Elaboración propia

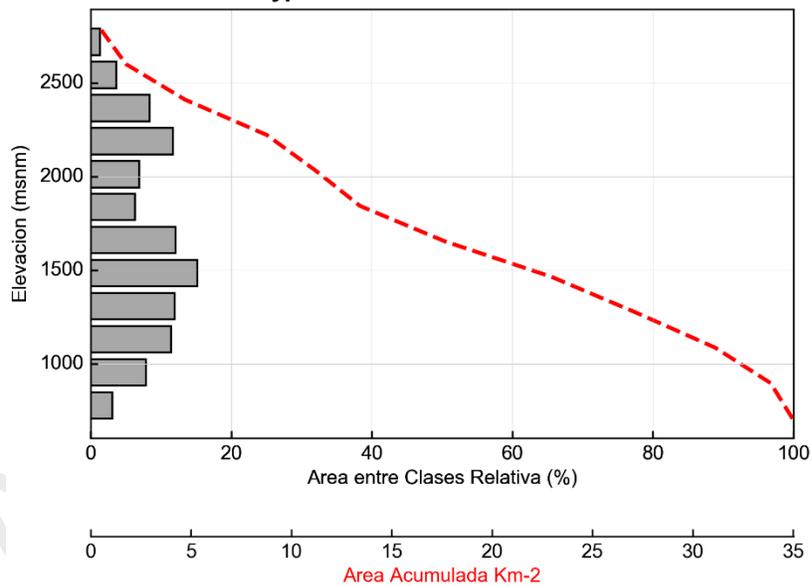


Figura 78 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Antado. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca desarrollada que se encuentra aproximadamente en un estado de equilibrio, es decir, no es una cuenca sedimentaria ni tampoco erosiva. Por ser de tipo rectangular oblonga se considera que presenta crecidas lentas con picos atenuados.

#### 1.5.4.11111-01-23-01 - Quebrada Oso

Tabla 42 Resultados morfométricos microcuenca Q. Oso

**SUPERFICIE**

Parámetro	Unidad	Valor
Área	Km <sup>2</sup>	1,77
Perímetro	Km	7,18
Cota mínima	msnm	1280
Cota máxima	msnm	2179
Desnivel altitudinal	m	899
Altura Ponderada de la Cuenca	msnm	1793,25
Pendiente Ponderada de la Cuenca	%	63,04
Ancho Medio de la Cuenca	Km	0,81
Longitud Lineal del Cauce Mas Largo	Km	2,19
Profundidad de Disección de la Cuenca	m	110,62
Nivel de Disección del Relieve	Ad	0,32

**RED HÍDRICA**

Longitud Cauce más Largo	Km	2,44
Altura Ponderada Cauce Principal	msnm	1682,62
Pendiente Ponderada Cauce Principal	%	36,68
Numero de Orden Máximo - Strahler	Ad	2

**PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS**

Coefficiente Sinuosidad	Ad	1,11
Densidad de Drenaje	Km Km <sup>-2</sup>	1,44
Longitud Media de Laderas	Km <sup>2</sup> Km	0,35
Coefficiente de Forma	Ad	2,71
Coefficiente de Compacidad	Ad	1,51
Índice de alargamiento	Ad	3,02
Índice de asimetría	Ad	1,50
Tiempo Concentración - Kirpich	Horas	1,17
Tiempo Concentración - Temez	Horas	1,68
Tiempo Concentración - Giandotti	Horas	0,48
Tiempo Concentración - Bransby-Williams	Horas	1,66
Tiempo Concentración - Dir. Gen. Carreteras	Horas	0,19
Tipo de cuenca según (Kc)		Oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: Elaboración propia

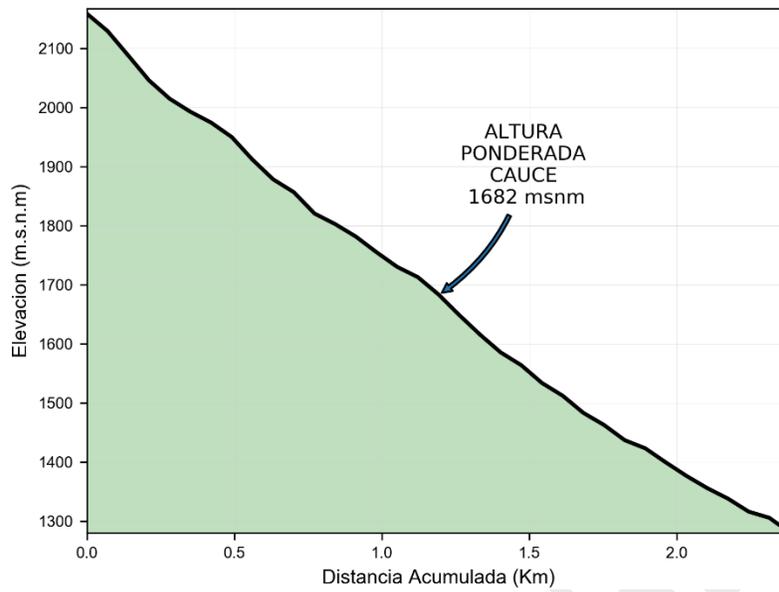
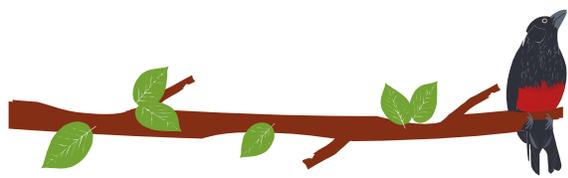


Figura 79 Perfil longitudinal del cauce principal Q. Oso. Elaboración propia

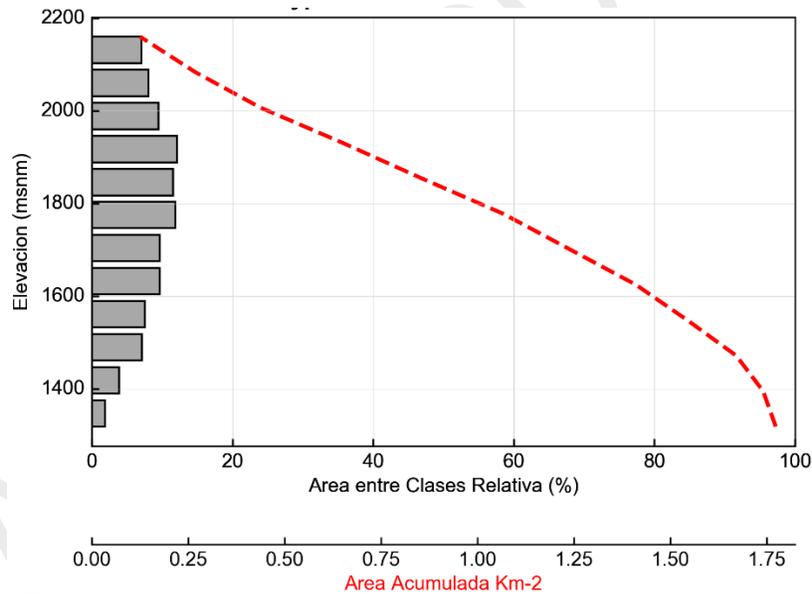


Figura 80 Curva hipsométrica e histograma de elevación Q. Oso. Elaboración propia

El perfil longitudinal del cauce principal nos muestra un cauce de muy alta pendiente, mientras que la curva hipsométrica muestra que es una cuenca con tendencia erosiva. Por ser de tipo Oval oblonga a rectangular oblonga se considera que presenta crecidas con picos no tan fuertes y crecientes que se espera no sean súbitas.

### 1.5.5 Conclusiones

En general, las unidades hidrográficas de la cuenca del río Sucio Alto presentan cauces de alineación recta y semi-recta.

En relación con los parámetros de forma estos indican tipos de unidades oval oblonga a rectangular oblonga, es decir, predominantemente alargadas; lo anterior tiene efectos considerables directos sobre la capacidad de la red de drenaje en la evacuación de los excesos de precipitación debido a que disminuye la magnitud de la creciente en el cauce principal y de la misma forma en los tributarios que la drenan, al mismo tiempo que aumentan los tiempos de concentración.

Con relación a los métodos de cálculo de los tiempos de concentración, los propuestos por Giandotti y la Dirección General de Carreteras, subestiman en todos los casos este parámetro. Con el ánimo de estimar un valor promedio para cada unidad jerarquizada, se puede promediar los resultados de las metodologías de Kirpich, Témez y Giandotti.

Lo anterior asociado a densidades de drenaje moderadas y altas (eficiencia de la red) contribuyen a la disminución de desastres de origen hidrológico en condiciones normales. Sin embargo, las moderadas y altas pendientes de los cauces principales (y en general de la cuenca) en conjunto con la dinámica de los eventos de precipitación, las coberturas del suelo, la red de drenaje y el estado de humedad de la cuenca serán los factores para evaluar en un análisis de riesgo.

## 1.6 PENDIENTES

### 3.1.1 Descripción del rango de pendientes en porcentaje

Del total de la superficie del POMCA del Río Sucio Alto correspondiente a 217.468 ha (100%) establecidos en la Tabla 43\_\_\_ y en la siguiente descripción:

- Con un 35,56% y en una superficie de 77.342,262 hectáreas, se localiza la pendiente definida como "Moderadamente escarpada o moderadamente empinada", 50-75%, (f), siendo la de mayor presencia en el POMCA, debido a las condiciones geomorfológicas y geológicas que reflejan su condición de pendiente.
- El siguiente rango con mayor área en la cuenca, se encuentra el rango de "Ligeramente escarpada o ligeramente Empinada, 25-50% (e)", con un subtotal de 73.915,714 hectáreas y correspondiente a un porcentaje de 33,99%.
- En un tercer lugar se encuentra el rango de pendiente "Fuertemente Escarpada o Fuertemente Empinada, 75 - 100%, (g)" reflejada en una superficie de 31.332,882 hectáreas, que en porcentaje correspondería al 14,41%.

En un rango que está por debajo del 10% en porcentaje de superficie se localizan los siguientes Rangos:

- La pendiente "Fuertemente Inclinada, 12 - 25%, (d)" se espacializa en 18.234,015 ha reflejado en un porcentaje de 8,38%; sigue el rango de pendiente "Totalmente Escarpada, >100%, (g)" expresado en 9.369,291 hectáreas 4,31%; se observa adicionalmente la pendiente "Moderadamente Inclinada", 7-12%, (c) con un porcentaje de 1,78%, en 3.866,409 has.

Con una presencia considerada de poca representatividad en superficie, se localiza el rango de pendiente definida como "Ligeramente Inclinada, 3 - 7%, (b)" en 1.686,620 hectáreas (0,78%), continúa la pendiente "A nivel, 0 - 1%, (a)" con 1.140,784 ha (0,52%); y por último se localiza el rango de pendiente "Ligeramente Plana, 1-3%, (a)" en solo 580,198 has y con un porcentaje de 0,27%.

Tabla 43. Datos de superficie en ha y ha en porcentaje para los rangos de pendiente en el POMCA Río Sucio Alto.

RANGO DE PENDIENTES (%)	Área en Has	Área en %
A nivel, 0-1% (a)	1140.784	0,52
Ligeramente plana, 1-3% (a)	580.198	0,27
Ligeramente inclinada, 3-7% (b)	1686.620	0,78
Moderadamente inclinada, 7-12% (c)	3866.409	1,78
Fuertemente inclinada, 12-25% (d)	18234.015	8,38
Ligeramente escarpada o ligeramente empinada, 25-50% (e)	73915.714	33,99
Moderadamente escarpada o moderadamente empinada, 50-75% (f)	77342.262	35,56
Fuertemente escarpada o fuertemente empinada, 75-100% (g)	31332.882	14,41
Totalmente escarpada, >100% (g)	9376.225	4,41
ÁREA TOTAL PARA CÁLCULO DE PENDIENTES EN PORCENTAJE	217.475,11	100,00

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la información resultante, se presenta la Figura 81. Comportamiento espacial de los Rangos de pendiente (en porcentaje) en el POMCA Río Sucio Alto. Elaboración Propia

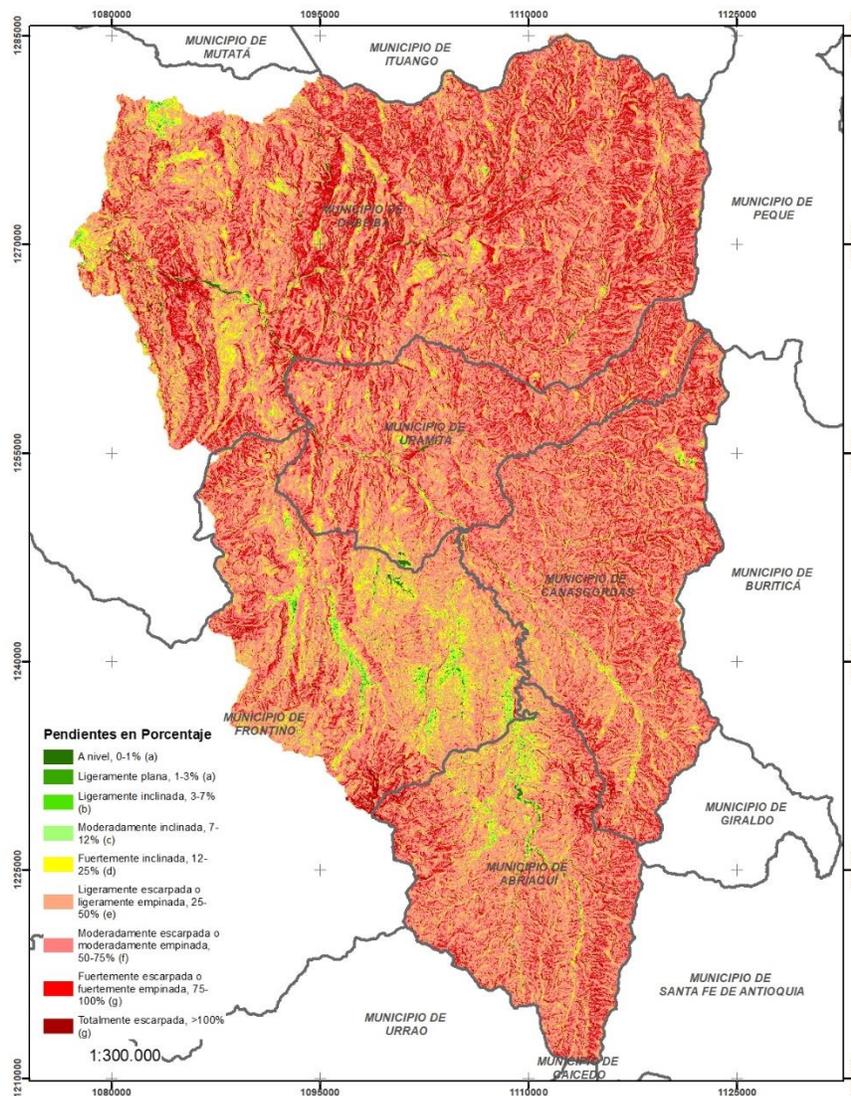
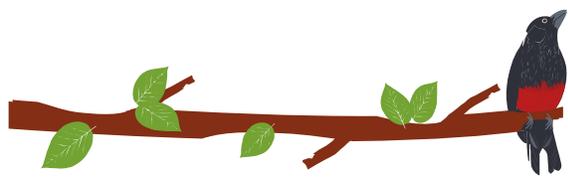


Figura 81. Comportamiento espacial de los Rangos de pendiente (en porcentaje) en el POMCA Río Sucio Alto. Elaboración Propia.

### 3.1.2 Descripción de pendientes en grados

La caracterización física del área total de la cuenca bajo los estándares solicitados en los alcances técnicos del proyecto permitió establecer el comportamiento de las pendientes tanto en porcentaje como en grados y así desarrollar una correcta aplicación de éstas para cada una de las temáticas desarrolladas durante la fase de diagnóstico.

El modelo de pendientes para el área de la cuenca se desarrolló en base al modelo digital de terreno disponible de 12,5 metros de tamaño de celda, lo que permitió una excelente aproximación a la representación gráfica del área estudiada en el marco del proyecto. El cálculo de las pendientes se desarrolló bajo análisis espacial de ArcGis, reclasificando los valores obtenidos en siete (7) categorías como se muestra en la Figura 82.





Figura 82. Rango de pendientes en grados y su escala de colores adoptados para el proyecto POMCA Río Sucio Alto. Elaboración Propia.

El análisis espacial del modelo digital de elevación para obtener el modelo de pendientes permitió obtener cifras exactas del comportamiento de las pendientes en la cuenca del Río Sucio Alto, generando estadísticamente una aproximación al análisis geológico y geomorfológico de las laderas y planicies presentes.

El desarrollo del cálculo de las pendientes en grados permitió obtener las cifras que se presentan en la Tabla 44:

Tabla 44. Estadísticas cálculo de pendientes en grados.

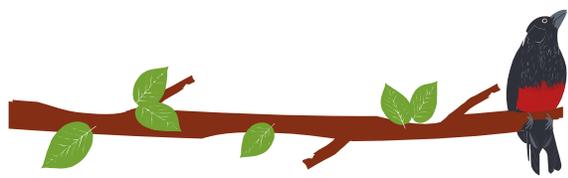
RANGO DE PENDIENTES (°)		Área en Has	Área en %
< 5	Plana a suavemente inclinada	4.788,688	2,18
5-10	Inclinada	9.097,845	4,18
10-15	Muy Inclinada	15.912,332	7,32
15 - 20	Abrupta	23.629,854	10,87
20 - 30	Muy Abrupta	72.430,914	33,31
31 - 45	Escarpada	82.409,165	37,89
> 45	Muy Escarpada	9.246,312	4,25
TOTAL ÁREA DE LA CUENCA		217.475.11	100,00

Fuente: Elaboración propia.

De lo anterior, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- La cuenca se encuentra en un rango representativo de pendientes entre 31 - 45 grados de elevación consideradas en la leyenda como "Escarpada", con 82.409,165 has en la totalidad de la cuenca. Este tipo de pendientes son claramente identificables en toda la cuenca.
- Como segunda instancia, en la cuenca se pueden encontrar pendientes de 20 a 30 grados consideradas como "Muy Abrupta" con 72.409,165 has en la totalidad de la cuenca ubicándose en las partes altas de la cuenca y mayor presencia hacia la parte norte de la cuenca.
- Cabe anotar que solo el 4,25 % del área de la cuenca presenta pendientes muy escarpada y que el 25% restante del área presenta pendientes por debajo de los 20 Grados.





PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA RÍO SUCIO ALTO  
FASE DE DIAGNÓSTICO

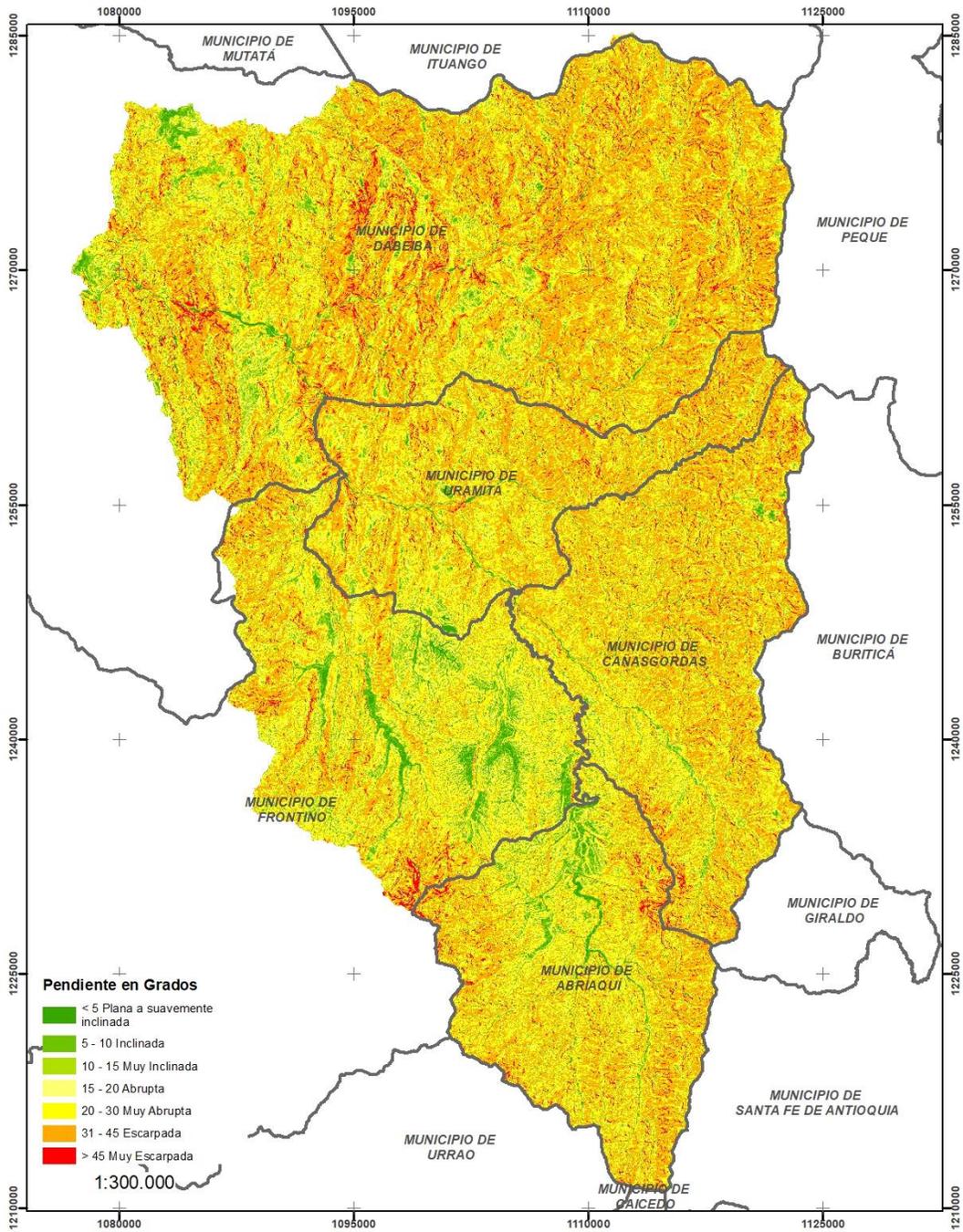


Figura 83. Salida gráfica de modelo de pendientes (calculada en grados) para el área del proyecto POMCA Río Sucio Alto. Elaboración propia.