



CAPITULO II DESCRIPCION DEL ESTADO ACTUAL DE LA CUENCA

1. SUBSISTEMA FISICO BIOTICO

Este subsistema explora los elementos naturales: agua, suelo, subsuelo, flora, fauna, biodiversidad y sus comportamientos, a través de un análisis de parámetros que se articulan a cada uno de estos.

1.1 MORFOMETRIA DE LA CUENCA DEL RIO ANAMICHU

La morfometría es de gran importancia en el análisis de una cuenca hidrográfica, ya que describe parámetros de comparación y/o interpretación de los fenómenos que ocurren en ésta, como por ejemplo el área se relaciona con el factor de forma e índice de alargamiento. Pero cabe destacar que un factor aislado no define el comportamiento de la cuenca sino que se logra con la interacción de varios parámetros, así dos cuencas con la misma área pero con formas diferentes van a tener comportamientos diversos ante un mismo fenómeno.

Los índices analizados son los siguientes: Índice de Forma, de Alargamiento, de Compacidad y Densidad de Drenaje; los parámetros medidos fueron: Área, Pendiente Media y Tiempo de Concentración. Estos elementos físicos proporcionan la más conveniente posibilidad de conocer la variación en el espacio de los elementos del régimen hidrológico. Es así como las características físicas o morfométricas calculadas para la cuenca del río Anamichu se relacionan a continuación.

1.1.1 Área (A)

El área de la cuenca tiene gran importancia, por constituir el criterio de la magnitud del caudal, en condiciones normales, los caudales promedios, mínimos y máximos instantáneos crecen a medida que crece el área de la Cuenca.

En la Tabla 3, se muestra la distribución del área entre cotas y el porcentaje que cada una representa en la cuenca.



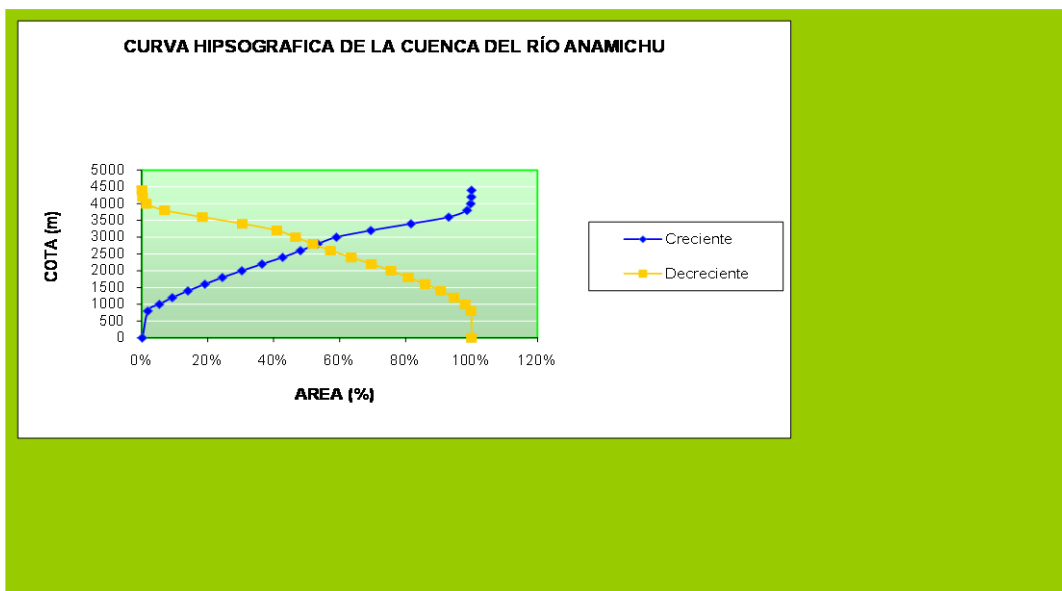
Tabla 3. Área por rango de cotas. Cuenca del río Anamichu.

COTA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)	ÁREA		PORCENTAJE	
			Creciente	Decreciente	Creciente	Decreciente
< 800	151.24	0.20%	151.24	75845.72	0.20%	100.00%
800 - 1000	1280.94	1.69%	1432.18	75694.48	1.89%	99.80%
1000 – 1200	2647.45	3.49%	4079.63	74413.54	5.38%	98.11%
1200 – 1400	2983.36	3.93%	7062.99	71766.09	9.31%	94.62%
1400 – 1600	3584.62	4.73%	10647.61	68782.73	14.04%	90.69%
1600 – 1800	3905.20	5.15%	14552.81	65198.11	19.19%	85.96%
1800 – 2000	4015.39	5.29%	18568.20	61292.91	24.48%	80.81%
2000 – 2200	4483.26	5.91%	23051.46	57277.52	30.39%	75.52%
2200 – 2400	4636.00	6.11%	27687.46	52794.26	36.50%	69.61%
2400 – 2600	4739.26	6.25%	32426.72	48158.26	42.75%	63.50%
2600 – 2800	4089.43	5.39%	36516.15	43419.00	48.15%	57.25%
2800 – 3000	3979.07	5.25%	40495.22	39329.57	53.39%	51.85%
3000 – 3200	4291.94	5.66%	44787.16	35350.50	59.05%	46.61%
3200 – 3400	7900.67	10.42%	52687.83	31058.56	69.47%	40.95%
3400 – 3600	9242.20	12.19%	61930.03	23157.89	81.65%	30.53%
3600 – 3800	8668.29	11.43%	70598.32	13915.69	93.08%	18.35%
3800 – 4000	4221.91	5.57%	74820.23	5247.40	98.65%	6.92%
4000 – 4200	837.38	1.10%	75657.61	1025.49	99.75%	1.35%
4200 – 4400	156.31	0.21%	75813.92	188.11	99.96%	0.25%
4400 - 4800	31.80	0.04%	75845.72	31.80	100.00%	0.04%

La **figura 9**, muestra la curva hipsografica de la cuenca del río Anamichu, donde se observa el punto de equilibrio o la altura media que hay entre las áreas de la cuenca del río Anamichu, a partir de las curvas de nivel y que se ubica entre los 2.600 y 2800 m.s.n.m. Este punto indica que la mayor parte del área de la cuenca se ubica a partir de la cota 2700.



Figura 9. Curva Hipsográfica. Cuenca del Río Anamichú.



La tabla 4 muestra el área de la cuenca del río Anamichu y de las subcuencas que hacen parte de ella y que se tendrán en cuenta en el presente capítulo. En el anexo cartográfico mapa D1 se presenta la división de Subcuencas de la Cuenca del Río Anamichu.

El área de la cuenca del río Anamichu es de 75.845,71 hectáreas, que corresponde aproximadamente al 2,6% del área total del departamento del Tolima. Está conformada por las subcuencas de las quebradas El ahogado, La catalina, La ilusión, La leona, La quebrada, San mateo, Tolima, Yarumal, San José y los ríos Rionegro, Rioblanco, Rioverde y Anamichu. La subcuenca que presenta mayor influencia sobre la cuenca del río Anamichu es la de la Quebrada San José con 15.253,24 hectáreas que corresponde al 20,11% del área total de la cuenca. La subcuenca que presenta menor influencia sobre la cuenca del río Anamichu es la de la quebrada San Mateo con 1.453,13 hectáreas que corresponde al 1,92% del área total de la cuenca.



Tabla 4. Área subcuencas. Cuenca del río Anamichú.

SUBCUENCAS	AREA (hectáreas)	AREA (%)
Q. El ahogado	4958.93	6,54
Q. La catalina	4104.11	5,41
Q. La ilusión	2254.82	2,97
Q. La leona	2969.23	3,91
Q. La quebrada o El Quebradon	3419.19	4,51
Q. San Mateo	1453.13	1,92
Q. Tolima	1676.25	2,21
Q. Yarumal	6343.82	8,36
Q. San José	15253.24	20,11
Río Anamichu	10263.94	13,53
Río Anamichu1	3090.83	4,08
Río Negro	6224.62	8,21
Río Rioblanco	10795.12	14,23
Río Ríoverde	3038.5	4,01
CUENCA ANAMICHU	75845.71	100,00

1.1.2 Perímetro

El perímetro es la longitud del límite de la cuenca o en otras palabras la distancia que habría que recorrer en línea recta si se transitara por todos los filos que envuelven la Cuenca.

La Tabla 5 muestra el perímetro, para cada una de las subcuencas que se tendrán en cuenta en el presente capítulo y que hacen parte de la Cuenca del Río Anamichú.

El perímetro de una cuenca es una medida o parámetro que no indica nada por si solo, pero se convierte en un insumo fundamental para el cálculo de los parámetros de forma de la cuenca.

El perímetro de la cuenca del río Anamichu es de 143,97 Km; dentro de las subcuencas que conforman la cuenca, la que tiene mayor perímetro es la subcuenca de la quebrada San José que presenta 58,15 Km.



Tabla 5. Perímetro por subcuencas. Cuenca del Río Anamichú.

SUBCUENCAS (ha)	Perímetro km.
Q. El ahogado	35.15
Q. La catalina	30.08
Q. La ilusión	25.41
Q. La leona	25.74
Q. La quebrada o El Quebradon	29.58
Q. San Mateo	18.89
Q. Tolima	20.59
Q. Yarumal	45.88
Q. San José	58.15
Río Anamichu	70.13
Río Anamichu1	32.41
Río Negro	47.5
Río Rioblanco	56.34
Río Ríoverde	24.76
CUENCA ANAMICHU	143.97

1.1.3 Longitud de los Cauces

Es la medida del escurrimiento principal de la cuenca, medido desde su nacimiento hasta la desembocadura. Generalmente, los caudales medios, máximos y mínimos, crecen con la longitud de los cauces. Según Londoño 2001, esto se debe a la normal relación que existe entre las longitudes de los cauces y las áreas de las cuencas hidrográficas correspondientes, de tal manera, que el área crece con la longitud.

Igualmente, los tiempos promedios de subida y las duraciones promedias totales de las crecientes torrenciales tendrán siempre una evidente relación con la longitud de los cauces. Una longitud mayor supone mayores tiempos de desplazamiento de las crecidas y como consecuencia de esto, mayor atenuación de los mismos, por lo que los tiempos de subida y las duraciones totales de estas serán evidentemente mayores.

La longitud de los cauces de las subcuencas que hacen parte de la cuenca del río Anamichu y que se tuvieron en cuenta en el presente capítulo, se muestran en la Tabla 6, en la cual se muestra que la longitud del cauce del río Anamichu es de 52,45 Km; la subcuenca que presenta mayor longitud es la del río Rioblanco con



35,96 km.

Tabla 6. Longitud de cauces por subcuenca. Cuenca del Río Anamichú.

SUBCUENCAS	Longitud del Cauce Km.
Q. El ahogado	12.25
Q. La catalina	12.33
Q. La ilusión	9.24
Q. La leona	8.26
Q. La quebrada o El Quebradon	10.44
Q. San Mateo	9.11
Q. Tolima	15.80
Q. Yarumal	20.78
Q. San José	7.02
Río Anamichu	29.51
Río Anamichu1	13.37
Río Negro	16.67
Río Rioblanco	35.96
Río Ríoverde	10.09
CUENCA ANAMICHU	52,45

1.1.4 Pendiente Media de los Cauces (P_m)

Es la relación entre la altura total del cauce principal (cota máxima menos cota mínima) y la longitud del mismo. Este parámetro es de importancia pues da un índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la cuenca.

$$P_m = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L} \times 100$$

Donde:

P_m : Pendiente media
 H_{\max} : Cota Máxima
 H_{\min} : Cota Mínima
L: Longitud del Cauce



$$P_m = \frac{4600 - 400}{52.450} \times 100 = 8\%$$

El resultado obtenido anteriormente (8,0%) es la pendiente media del cauce del río Anamichu, lo que indica que presenta un bajo peligro de sometimiento de grandes velocidad en el desplazamiento del agua.

La tabla 7 muestra la pendiente media de los cauces de la cuenca del río Anamichu, en la que se observa que las subcuencas de la quebrada la Leona y el río Río blanco, presentan pendientes por debajo del 5%, lo que indica que las aguas que circulan por estas subcuencas no están siendo sometidas a grandes velocidades; todo lo contrario se presenta en las subcuencas de las Quebradas San Mateo, El Quebradón, San José y el río Río verde, las cuales presentan pendientes mayores al 20%, que provoca grandes velocidades en el desplazamiento del agua en sus cauces induciendo erosión, socavación de los taludes aledaños y el consecuente transporte de grandes cantidades de sedimentos.

Tabla 7. Pendiente Media de los cauces. Cuenca del Río Anamichú.

SUBCUENCAS	<i>P_m</i> (%)
Q. El ahogado	9.80
Q. La catalina	16.22
Q. La ilusión	15.15
Q. La leona	2.42
Q. La quebrada o El Quebradon	22.99
Q. San Mateo	17.56
Q. Tolima	17.72
Q. Yarumal	9.62
Q. San José	31.34
Río Anamichu	6.78
Río Anamichu ¹	11.97
Río Negro	15.60
Río Rioblanco	4.45
Río Río verde	21.80
CUENCA ANAMICHU	8.0



1.1.5 Parámetros de Forma de la Cuenca

Los factores geológicos, principalmente, son los encargados de moldear la fisiografía de una región y particularmente la forma que tienen las cuencas hidrográficas.

Para explicar cuantitativamente la forma de la cuenca, se compara la cuenca con figuras geométricas conocidas como lo son: el círculo, el óvalo, el cuadrado y el rectángulo, principalmente.

1.1.5.1 Coeficiente de compacidad de Gravelius (Kc).

Este valor adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de 1 para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Los valores de Kc nunca serán inferiores a 1. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano sea a la unidad, lo cual quiere decir que entre más bajo sea Kc, mayor será la concentración de agua.

Este coeficiente define la forma de la cuenca, respecto a la similitud con formas redondas, dentro de rangos que se muestran a continuación (FAO, 1985):

Clase Kc1: Rango entre 1 y 1.25. Corresponde a forma redonda a oval redonda

Clase Kc2: Rango entre 1.25 y 1.5. Corresponde a forma oval redonda a oval oblonga.

Clase Kc3: Rango entre 1.5 y 1.75. Corresponde a forma oval oblonga a rectangular oblonga.

Clase Kc4: Rango mayor a 1.75. Corresponde a forma rectangular oblonga. Este se obtiene al relacionar el perímetro de la cuenca, con el perímetro de un círculo, que tiene la misma área de la cuenca.

$$Kc = \frac{0,28 * P}{\sqrt{A}} = \frac{0,28 * (143,97)}{\sqrt{758.4572}} = 1,46$$

Donde:

Kc: Coeficiente de compacidad de Gravelius

P: Perímetro de la cuenca en km.

A: Área de la Cuenca en km².



PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DEL RÍO ANAMICHÚ - TOLIMA. 2009

La tabla 8, muestra el coeficiente de compacidad de Gravelius, para las subcuencas de la cuenca del río anamichu; donde se muestra que el Coeficiente de la cuenca es de 1,46; esto indica que se trata de una cuenca que no presenta peligro de torrencialidad debido a que su forma se caracteriza por ser oval redonda a oval oblonga, lo que sugiere una cuenca alargada que no tiende a presentar crecidas súbitas y violentas.

Las Subcuencas de la quebrada Yarumal, y ríos Ríonegro y Río blanco, según los resultados obtenidos son las que presentan una característica torrencial más baja debido a que presentan formas ovales oblongas a rectangulares oblongas; en conclusión ninguna Subcuenca ni la cuenca en general presentan similitud con el círculo, por lo que se puede definir que según este parámetro no son propensas a presentar eventos de crecidas súbitas y violentas.

Tabla 8. Coeficiente de compacidad de Gravelius por subcuenca. Cuenca del río Anamichú.

SUBCUENCAS	<i>K_c</i>
Q. El ahogado	1.40
Q. La catalina	1.31
Q. La ilusión	1.50
Q. La leona	1.32
Q. La quebrada o El Quebradon	1.42
Q. San Mateo	1.39
Q. Tolima	1.41
Q. Yarumal	1.61
Q. San José	1.32
Río Anamichu	1.94
Río Anamichu1	1.63
Río Negro	1.69
Río Rioblanco	1.52
Río Ríoverde	1.26
CUENCA ANAMICHU	1.46



1.1.6 Índice de Alargamiento (La).

Este índice, propuesto por Horton, relaciona la longitud máxima de la cuenca con su ancho máximo medido perpendicularmente a la dimensión anterior. Cuando el **la** toma valores mucho mayor a la unidad, se trata seguramente de cuencas alargadas, mientras que para valores cercanos a 1, se trata de una cuenca cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y puede tenerse un río principal corto.

$$Ia = \frac{La}{a} = 2.04$$

Donde:

- la: Índice de alargamiento
- La: Longitud axial.
- a: Ancho máximo de la cuenca.

Si se presenta un Índice de alargamiento (*la*) menor a 1.4, la cuenca es poco alargada; si se presenta un (*la*) entre 1.5 a 2.8, la cuenca es moderadamente alargada y si la cuenca presenta un (*la*) de 2.9 a 4.2 o mayor, la cuenca es muy alargada.

El Índice de alargamiento de la Cuenca del río Anamichú, es de 2,04, ésta relación está indicando que la Cuenca es moderadamente alargada, es decir que posee un sistema de drenaje que se asemeja a una espiga denotando un alto grado de evolución del sistema y que está en capacidad de absorber mejor una alta precipitación sin generar una crecida de grandes proporciones.

La tabla 9 muestra los valores del índice de alargamiento para cada una de las subcuencas que hacen parte de la Cuenca del Río Anamichú. En esta se puede observar que la subcuenca menos alargada, es decir que presentan un valor por debajo de 1,4 es la quebrada La Leona, lo que define una subcuenca poco alargada; lo contrario sucede con la subcuenca del río Rionegro, que presenta un valor de 6,39 y que define una subcuenca muy alargada.

Tabla 9. Índice de alargamiento por subcuenca. Cuenca del río Anamichú.

SUBCUENCAS	<i>la</i>	CLASE DE ALARGAMIENTO
Q. El ahogado	1.85	Moderadamente alargada
Q. La catalina	2.16	Moderadamente alargada
Q. La ilusión	2.15	Moderadamente alargada
Q. La leona	0.88	Poco alargada



SUBCUENCAS	la	CLASE DE ALARGAMIENTO
Q. La quebrada o El Quebradon	2.69	Moderadamente alargada
Q. San Mateo	2.55	Moderadamente alargada
Q. Tolima	2.75	Moderadamente alargada
Q. Yarumal	1.83	Moderadamente alargada
Q. San José	1.62	Moderadamente alargada
Río Anamichu	2.92	Muy alargada
Río Anamichu1	1.87	Moderadamente alargada
Río Negro	6.39	Muy alargada
Río Rioblanco	2.21	Moderadamente alargada
Río Rioverde	2.22	Moderadamente alargada
CUENCA ANAMICHU	2.04	Moderadamente alargada

1.1.7 Tiempo de Concentración (Tc)

Es el tiempo teórico que se demora una gota de agua desde la parte más alta de la cuenca hasta la desembocadura de la misma.

$$T_c = \left(\frac{0.870 * L^3}{H} \right)^{0.385} = \left(\frac{0.870 * (52.450)^3}{4600 - 400} \right)^{0.385} = 3,92$$

Donde:

- Tc: Tiempo de Concentración
- L: Longitud del Cauce Principal en Km.
- H: Diferencia de altura en metros.

Una característica fundamental en las cuencas de forma alargada, es que los tiempos de concentración son diferentes para casi todos los puntos de la cuenca, esto se observamos en la Tabla 10 para la Cuenca del Río Anamichú, donde el tiempo de concentración es de 3,92; esto significa que el tiempo aproximado para llegar al río Saldaña es de 3 horas y 55 minutos.



Tabla 10. Tiempos de concentración por subcuenca. Cuenca del Río Anamichú.

SUBCUENCAS	T_c (h)
Q. El ahogado	1.12
Q. La catalina	0.92
Q. La ilusión	0.76
Q. La leona	1.41
Q. La quebrada o El Quebradon	0.71
Q. San Mateo	0.71
Q. Tolima	1.08
Q. Yarumal	1.69
Q. San José	0.47
Río Anamichu	2.53
Río Anamichu1	1.11
Río Negro	1.18
Río Rioblanco	3.47
Río Ríoverde	0.71
CUENCA ANAMICHU	3.92

En la cuenca del río Anamichu la subcuenca que más tiempo de concentración se gasta en su recorrido, es la del río Rioblanco con un tiempo aproximado de tres horas; seguidamente se encuentra la subcuenca de la quebrada La Leona que tarda aproximadamente 1 hora en llegar al río Anamichu. La subcuenca de la quebrada San José es la que menos tiempo de concentración gasta en su recorrido, con un índice de concentración de 0,47.

1.1.8 Forma de la Cuenca y Densidad de Drenaje

Densidad de drenaje (D).

La cantidad de ríos y quebradas que llegan o tributan al río principal dentro del área de la cuenca se conoce como densidad de drenaje. Este es un parámetro revelador del régimen y de la morfometría de la cuenca, porque relaciona la longitud de los cursos de agua con el área total. De esta manera, los valores altos reflejan un fuerte escurrimiento. La longitud total de los cauces dentro de una cuenca hidrográfica (L), dividida por la superficie total de la cuenca (A), define la



densidad de drenaje o longitud de cauces por unidad de área. Este parámetro se expresa en Km/Km².

$$D = \frac{L}{A}$$

Este es un índice de gran importancia, puesto que refleja la influencia de la geología, topografía, suelos y vegetación, en la cuenca hidrográfica, y está relacionado con el tiempo de salida del escurrimiento superficial de la cuenca.

Una densidad de drenaje es alta, refleja una cuenca muy bien drenada que debería responder, relativamente rápido al influjo de la precipitación. Una cuenca con baja densidad de drenaje refleja un área pobremente drenada, con respuesta hidrológica muy lenta.

La tabla 11, muestra la densidad de drenaje para las subcuencas que hacen parte de la cuenca del río Anamichu.

La cuenca del río Anamichu presenta una densidad de drenaje muy alta, lo que refleja que se encuentra muy bien drenada y responde relativamente rápido al influjo de la precipitación.

La subcuenca que presenta la mayor densidad de drenaje es la del río Rioverde, esta podría presentar un riesgo de inundación y erosión bajo. En general todas las subcuencas del río Anamichu se encuentran muy bien drenadas.

Un aspecto específico se nota en la relación de la densidad de drenaje con los caudales máximos y las avenidas; los grandes valores de densidad de la red hidrográfica, corresponden a velocidades mayores de desplazamiento de las aguas y una mejor red de drenajes, lo que se refleja en valores mayores de caudales máximos, subidas rápidas y duraciones totales de las avenidas, generalmente más reducidas.



Tabla 11. Densidad de Drenaje por subcuenca. Cuenca del río Anamichú.

SUBCUENCAS	Dd (km/km ²)
Q. El ahogado	2.693
Q. La catalina	2.925
Q. La ilusión	3.94
Q. La leona	2.681
Q. La quebrada o El Quebradon	3.366
SUBCUENCAS	Dd (km/km ²)
Q. San Mateo	3.342
Q. Tolima	6.348
Q. Yarumal	2.795
Q. San José	2.965
Río Anamichu	2.577
Río Anamichu1	3.343
Río Negro	2.767
Río Rioblanco	2.969
Río Ríoverde	4.065
CUENCA ANAMICHU	3.04

En síntesis, las cuencas desde el punto de vista de su forma y densidad de drenaje, tienen poca tendencia a concentrar las crecidas puesto que dentro del área se encuentran varios ríos y quebradas que facilitan la evacuación de las crecidas ocasionadas por las lluvias.

La tabla 12, muestra el resumen de todos los parámetros morfométricos analizados, para cada una de las subcuencas que conforman la cuenca del río Anamichu.



PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DEL RÍO ANAMICHÚ - TOLIMA. 2009

Tabla 12. Resumen de los parámetros morfométricos de la Cuenca Hidrográfica del Río Anamichú y sus subcuencas.

SUBCUENCAS	ÁREA (Ha)	PERÍMETRO (km.)	LONGITUD DEL CAUCE (km.)	Pm (%)	Kc (GLAVELIUS)	la	TC (horas)	DENSIDAD DE DRENAJE (km/km ²)
Q. El Ahogado	4958.93	35.15	12.25	9.80	1.40	1.85	1.12	2.693
Q. La Catalina	4104.11	30.08	12.33	16.22	1.31	2.16	0.92	2.925
Q. La Ilusión	2254.82	25.41	9.24	15.15	1.50	2.15	0.76	3.94
Q. La Leona	2969.23	25.74	8.26	2.42	1.32	0.88	1.41	2.681
Q. La Quebrada o Quebradon	3419.19	29.58	10.44	22.99	1.42	2.69	0.71	3.366
Q. San Mateo	1453.13	18.89	9.11	17.56	1.39	2.55	0.71	3.342
Q. Tolima	1676.25	20.59	15.80	17.72	1.41	2.75	1.08	6.348
Yarumal	6343.82	45.88	20.78	9.62	1.61	1.83	1.69	2.795
San José	15253.24	58.15	7.02	31.34	1.32	1.62	0.47	2.965
Río Anamichu	10263.94	70.13	29.51	6.78	1.94	2.92	2.53	2.577
Río Anamichu1	3090.83	32.41	13.37	11.97	1.63	1.87	1.11	3.343
Río Negro	6224.62	47.5	16.67	15.60	1.69	6.39	1.18	2.767
Río Ríoblanco	10795.12	56.34	35.96	4.45	1.52	2.21	3.47	2.969
Río Ríoverde	3038.5	24.76	10.09	21.80	1.26	2.22	0.71	4.065
CUENCA ANAMICHU	75845.71	143.97	52,45	6.86	1.46	2.04	3.92	3.04

Kc: Coeficiente de compacidad de Gravellius
la: Índice de alargamiento.
Dd: Densidad de drenaje.

Pm: Pendiente media del cauce.
Tc: Tiempo de Concentración