



2.2 ASPECTOS BIOFISICOS

2.2.1 ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA CUENCA MAYOR DEL RÍO TOTARE

Los estudios morfométricos son de gran importancia en el estudio de cualquier cuenca, ya que ofrecen un parámetro de comparación y/o interpretación de los fenómenos que ocurren en ésta. Un ejemplo claro se encuentra en el área, ya que se constituye un criterio para establecer la magnitud del caudal. Es útil destacar que un factor aislado no define el comportamiento de la cuenca sino 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.

Estos elementos físicos proporcionan la más conveniente posibilidad de conocer la variación en el espacio de los elementos del régimen hidrológico; las características físicas o morfométricas calculadas para la Cuenca Mayor del Río Totare como se relacionan a continuación. (Ver figura 2.5 Mapa de división de cuencas de la Cuenca Mayor del Río Totare)

2.2.1.1 Área (A)

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

En la Tabla 2.11 se encuentra la distribución del área entre cotas y el porcentaje que cada una representa en la Cuenca, estos datos se aprecian en la Figura 2.4, en donde se obtuvo, que la altura media para la cuenca se encuentra aproximadamente a los 1.600 m.s.n.m.

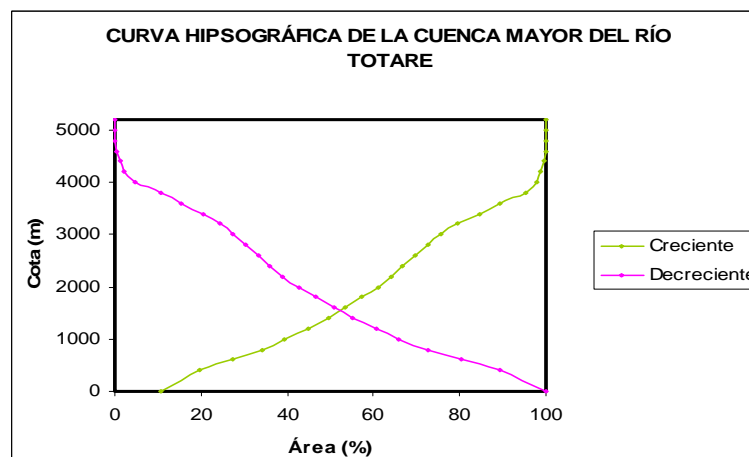


Figura 2.4. Curva Hipsográfica de la Cuenca Mayor del Río Totare.

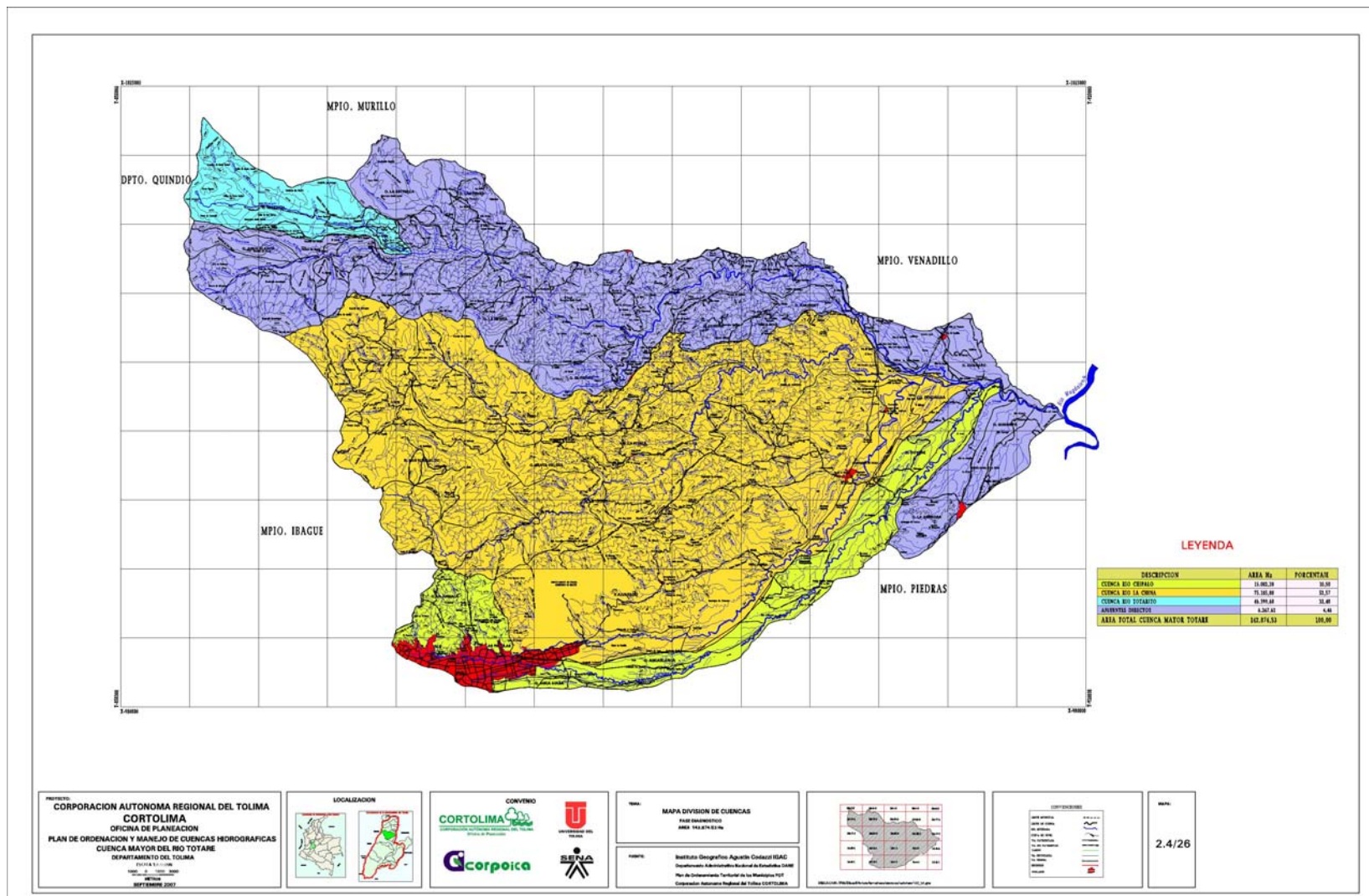


Figura 2.5 Mapa División de cuencas de la Cuenca Mayor del Río Totare



Tabla 2.11 Áreas por rangos de cotas en la Cuenca Mayor del Río Totare.

| COTA | ÁREA (Has) | ÁREA (%) | ÁREA | | PORCENTAJE | |
|------|------------|----------|-----------|-------------|------------|-------------|
| | | | Creciente | Decreciente | Creciente | Decreciente |
| 0 | 15511,66 | 10,86 | 15511,66 | 142874,53 | 10,86 | 100,002 |
| 400 | 12317,5 | 8,62 | 27829,16 | 127362,87 | 19,48 | 89,142 |
| 600 | 11268,4 | 7,89 | 39097,56 | 115045,37 | 27,37 | 80,522 |
| 800 | 9446,58 | 6,61 | 48544,14 | 103776,97 | 33,98 | 72,632 |
| 1000 | 7695,04 | 5,39 | 56239,18 | 94330,39 | 39,37 | 66,022 |
| 1200 | 7981,75 | 5,59 | 64220,93 | 86635,35 | 44,96 | 60,632 |
| 1400 | 6289,67 | 4,4 | 70510,6 | 78653,6 | 49,36 | 55,042 |
| 1600 | 5773,73 | 4,04 | 76284,33 | 72363,93 | 53,4 | 50,642 |
| 1800 | 5507,23 | 3,86 | 81791,56 | 66590,2 | 57,26 | 46,602 |
| 2000 | 5602,21 | 3,92 | 87393,77 | 61082,97 | 61,18 | 42,742 |
| 2200 | 4260,44 | 2,98 | 91654,21 | 55480,76 | 64,16 | 38,822 |
| 2400 | 3603,57 | 2,52 | 95257,78 | 51220,32 | 66,68 | 35,842 |
| 2600 | 4091,35 | 2,86 | 99349,13 | 47616,75 | 69,54 | 33,322 |
| 2800 | 4140,56 | 2,9 | 103489,69 | 43525,4 | 72,44 | 30,462 |
| 3000 | 4348,65 | 3,04 | 107838,34 | 39384,84 | 75,48 | 27,562 |
| 3200 | 5618,7 | 3,93 | 113457,04 | 35036,19 | 79,41 | 24,522 |
| 3400 | 7241,57 | 5,07 | 120698,61 | 29417,49 | 84,48 | 20,592 |
| 3600 | 6956,77 | 4,87 | 127655,38 | 22175,92 | 89,35 | 15,522 |
| 3800 | 8762,94 | 6,13 | 136418,32 | 15219,15 | 95,48 | 10,652 |
| 4000 | 3183,84 | 2,23 | 139602,16 | 6456,21 | 97,71 | 4,522 |
| 4200 | 1626,31 | 1,14 | 141228,47 | 3272,37 | 98,85 | 2,292 |
| 4400 | 1131,33 | 0,79 | 142359,8 | 1646,06 | 99,64 | 1,152 |
| 4600 | 365,39 | 0,26 | 142725,19 | 514,73 | 99,9 | 0,362 |
| 4800 | 121,74 | 0,08 | 142846,93 | 149,34 | 99,98 | 0,102 |
| 5000 | 24,44 | 0,02 | 142871,37 | 27,6 | 100 | 0,022 |
| 5200 | 3,16 | 0,002 | 142874,53 | 3,16 | 100,002 | 0,002 |

En la tabla No 2.12 podemos observar el área de las Subcuencas y el área total de la Cuenca Totare.

2.2.1.2 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 fillos que envuelve la Cuenca.

Si bien el perímetro es una medida o parámetro que no indica nada por si solo, se convierte en un insumo fundamental para el cálculo de los parámetros de forma de



la cuenca. Partiendo del enunciado que dice: “De todas las figuras planas con igual perímetro, el círculo es la de mayor área.” Y conociendo que dicha forma de cuenca, tiende a ser la mas torrencial y por ende la menos conveniente”.

Tabla 2.12 Área Cuenca Mayor del Río Totare y sus Subcuencas.

| SUBCUENCAS | ÁREA DE LA CUENCA EN Has |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Q. Aguablanca | 1.259,87 |
| Q. Aguasucia | 797,02 |
| Q. Aguablanca | 1.023,85 |
| Q. Anundey | 1.267,05 |
| Q. Doyare | 1.775,55 |
| Q. El Fierro | 2.024,05 |
| Q. Guarapo | 2.571,33 |
| Q. Cuminá | 2.149,24 |
| Q. La Ambalá | 1.232,71 |
| Q. La Arenosa | 2.905,18 |
| Q. La Estrella | 3.252,23 |
| Q. La Negra | 1.065,86 |
| Q. La Pitala | 1.261,58 |
| Q. Las Panelas | 1.382,70 |
| Q. Las Pavas | 1.553,08 |
| Q. Santa Helena | 1.355,51 |
| R. Alvarado | 29.988,14 |
| R. Chipalo | 8.790,45 |
| R. Frío | 10.708,53 |
| R. La China | 19.525,82 |
| R. San Romualdo | 12.265,41 |
| R. Totare | 28.351,69 |
| R. Totarito | 6.367,51 |
| C. Totare (Cuenca Total) | 142.874,53 |

Fuente: CORTOLIMA, 2006.

La Tabla 2.13 muestra el perímetro, para cada una de las subcuencas que conforman la Cuenca Mayor del Río Totare.

2.2.1.3 Longitud de los Cauces

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, el área crece con la longitud y creciendo la superficie de captación.

Igualmente, los tiempos promedios de subida y las duraciones promedio 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.

Tabla 2.13 Perímetro de la Cuenca Mayor del Río Totare y sus Subcuencas.

| SUBCUENCAS | PERÍMETRO CUENCA (km) |
|------------------------------------|------------------------------|
| Q. Aguablanca | 20,66 |
| Q. Aguasucia | 29,64 |
| Q. Aguablanca | 26,98 |
| Q. Anundey | 20,95 |
| Q. Doyare | 26,98 |
| Q. El Fierro | 22,39 |
| Q. Guarapo | 40,75 |
| Q. Cuminá | 21,97 |
| Q. La Ambalá | 21,40 |
| Q. La Arenosa | 33,89 |
| Q. La Estrella | 28,16 |
| Q. La Negra | 16,37 |
| Q. La Pitala | 18,83 |
| Q. Las Panelas | 18,35 |
| Q. Las Pavas | 19,51 |
| Q. Santa Helena | 17,88 |
| R. Alvarado | 91,66 |
| R. Chipalo | 121,15 |
| R. Frío | 70,30 |
| R. La China | 165,87 |
| R. San Romualdo | 62,80 |
| R. Totare | 225,08 |
| R. Totarito | 45,41 |
| C.Totare (Cuenca Total) | 196,53 |

Fuente: CORTOLIMA, 2006.



Las longitudes de cauces anotadas en la Tabla 2.14 son aproximadas ya que es de recordar que este estudio se realizó a escala 1:25.000, además en algunos tramos ó sectores la visión del recorrido del cauce se encontraba obstruida por una nube.

Como se observa en el Cuadro que se presenta a continuación la longitud del Cauce del Río Totare es de 93.5 km, en la parte alta de la cuenca, donde recibe el nombre de Río Totarito hasta su desembocadura en el Río Magdalena.

Tabla 2.14 Longitudes de los cauces de la Cuenca Mayor del Río Totare y sus subcuencas.

| SUBCUENCAS | Longitud del Cauce (km) |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Q. Aguablanca | 8,59 |
| Q. Aguasucia | 15,39 |
| Q. Aguablanca | 8,46 |
| Q. Anundey | 11,59 |
| Q. Doyare | 14,86 |
| Q. El Fierro | 11,67 |
| Q. Guarapo | 18,77 |
| Q. Cuminá | 9,80 |
| Q. La Ambalá | 9,32 |
| Q. La Arenosa | 22,28 |
| Q. La Estrella | 12,72 |
| Q. La Negra | 6,22 |
| Q. La Pitala | 7,41 |
| Q. Las Panelas | 8,86 |
| Q. Las Pavas | 10,93 |
| Q. Santa Helena | 9,97 |
| R. Alvarado | 55,06 |
| R. Chipalo | 74,98 |
| R. Frío | 36,75 |
| R. La China | 81,06 |
| R. San Romualdo | 27,86 |
| R. Totare | 105,79 |
| R. Totarito | 19,07 |
| C. Totare (Cuenca Total) | 93.5 |

Fuente: CORTOLIMA, 2006.



2.2.1.4 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.

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

Donde:

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

$$P_m = \frac{4600 - 400}{93.558} \times 100 = 4.49\%$$

El resultado obtenido anteriormente es la pendiente media de la totalidad de la cuenca del Río Totare.

La Cuenca Mayor del Río Totare y las subcuencas Aguasucia, Aguablanca, La Arenosa, Río Alvarado, Río Chipalo, Río La China y el Río Totare, 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 El Fierro, Guminá, La Ambalá, La Estrella, La Negra, La Pitala, Las Panelas, Las Pavas y Santa Helena las cuales poseen pendientes mayores o iguales a 10%, lo cual provoca grandes velocidades en el desplazamiento del agua en sus cauces induciendo erosión en estos, la socavación de los taludes aledaños y el consecuente transporte de grandes cantidades de sedimentos. (Ver Tabla 2.15).



Tabla 2.15 Pendiente Media de los cauces de la Cuenca Mayor del Río Totare y sus subcuencas.

| SUBCUENCAS | Pm (%) |
|---------------------------------|-------------|
| Q. Aguablanca | 6.98 |
| Q. Aguasucia | 1.30 |
| Q. Aguablanca | 2.36 |
| Q. Anundey | 6.90 |
| Q. Doyare | 0.67 |
| Q. El Fierro | 15.43 |
| Q. Guarapo | 1.07 |
| Q. Cuminá | 10.20 |
| Q. La Ambalá | 15.02 |
| Q. La Arenosa | 0.90 |
| Q. La Estrella | 11.01 |
| Q. La Negra | 22.51 |
| Q. La Pitala | 10.80 |
| Q. Las Panelas | 11.29 |
| Q. Las Pavas | 14.64 |
| Q. Santa Helena | 12.04 |
| R. Alvarado | 3.27 |
| R. Chipalo | 2.40 |
| R. Frío | 8.16 |
| R. La China | 3.95 |
| R. San Romualdo | 9.33 |
| R. Totare | 3.97 |
| R. Totarito | 9.44 |
| C. Totare (Cuenca Total) | 4.49 |

Fuente: CORTOLIMA, 2006

2.2.1.5 Pendientes

Se refiere al grado de inclinación del terreno expresado en porcentaje; los rangos de pendientes son variables dentro de una región o Cuenca Hidrográfica. Es común hoy estimar las pendientes a través de métodos cartográficos con la ayuda de un Sistema de Información Geográfica (SIG), a partir de información de curvas de nivel.

La Tabla 2.16 presenta los rangos de pendientes utilizados en la formulación del Plan de Ordenación de la Cuenca Mayor de Río Totare, así como su calificación y distribución en Áreas (Ha) y porcentaje (%).



El 29.57% del área (42.241,88 ha) de la Cuenca Mayor de Río Totare presenta una pendiente inclinada, es decir un rango de pendiente entre 25 y 50%; así mismo, el 24.98% del área (35.683,96 ha) de la cuenca presenta una pendiente suavemente inclinada, es decir un rango de pendiente entre 12 a 25%, los anteriores son los rangos de pendiente predominantes dentro de la Cuenca, el rango de pendiente que menor área presentó fue el representado por las pendientes mayores a 75% con un área de 4.670,21 ha.

Tabla 2.16 Rangos de Pendientes y Áreas encontradas en la Cuenca mayor del Río Totare

| RANGO | CALIFICACION | AREA (Ha.) | AREA (%) |
|--------------|----------------------|-------------------|------------|
| 0 - 3 | Muy plano | 16.724,78 | 11.71 |
| 3 - 7 | Plano | 13.225,90 | 9.26 |
| 7 - 12 | Casi plano | 12.632,50 | 8.84 |
| 12 - 25 | Suavemente inclinado | 35.683,96 | 24.98 |
| 25 - 50 | Inclinado | 42.241,88 | 29.57 |
| 50 - 75 | Escarpado | 15.157,87 | 10.61 |
| > 75 | Muy escarpado | 4.670,21 | 3.27 |
| Z.U | Zona Urbana | 2.537,21 | 1.78 |
| TOTAL | | 142.874,53 | 100 |

Fuente: CORTOLIMA, 2006.

La figura 2.6 presenta el modelamiento realizado mediante el Sistema de Información Geográfico (SIG), Arc/Info, para obtener el mapa de pendientes de la cuenca Mayor de Río Totare (Ver Figura 2.7 Mapa de Pendientes).

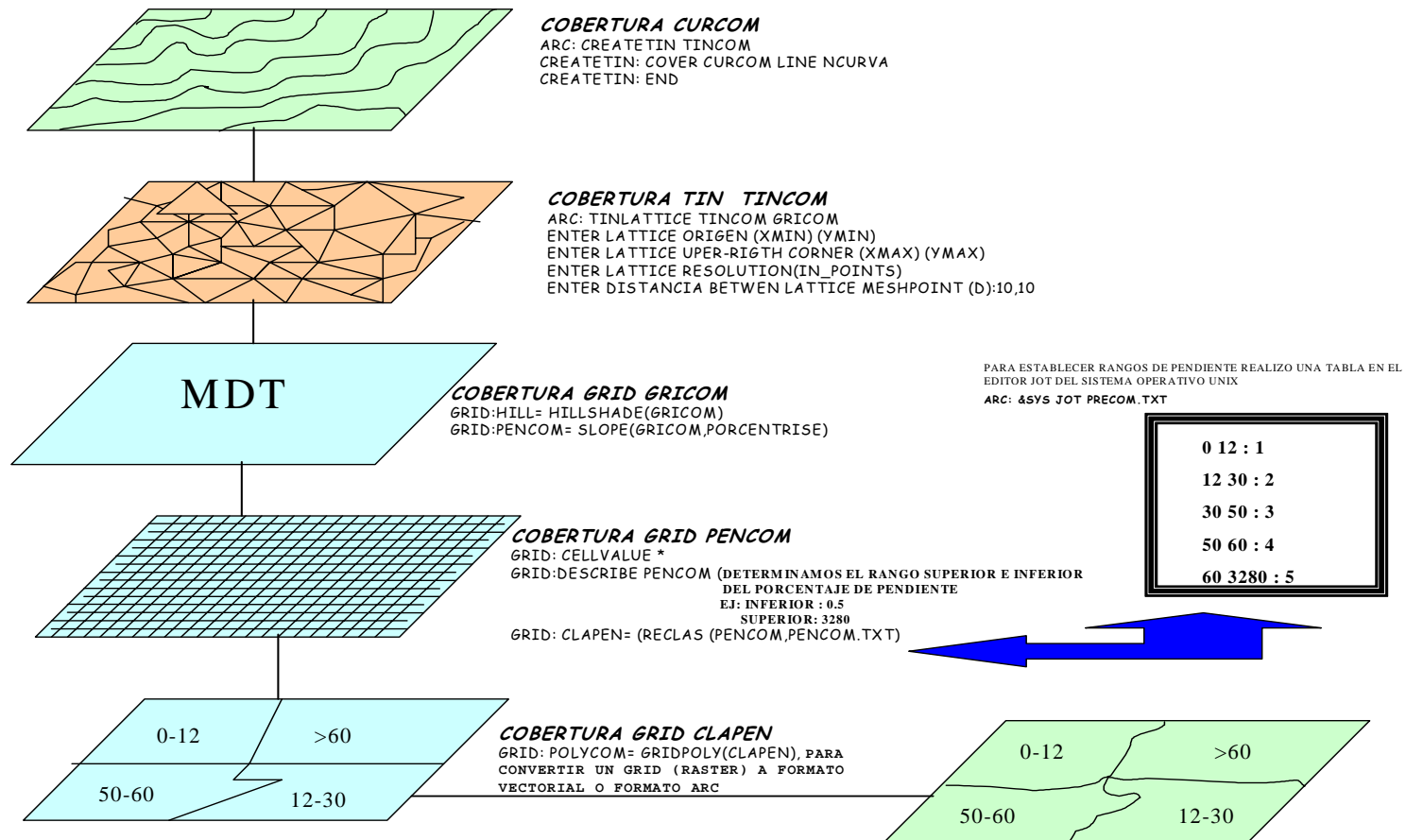


Figura 2.6 Modelamiento para la Generación del Mapa de Pendientes a través de los Módulos Tin y Grid de ARC/INFO

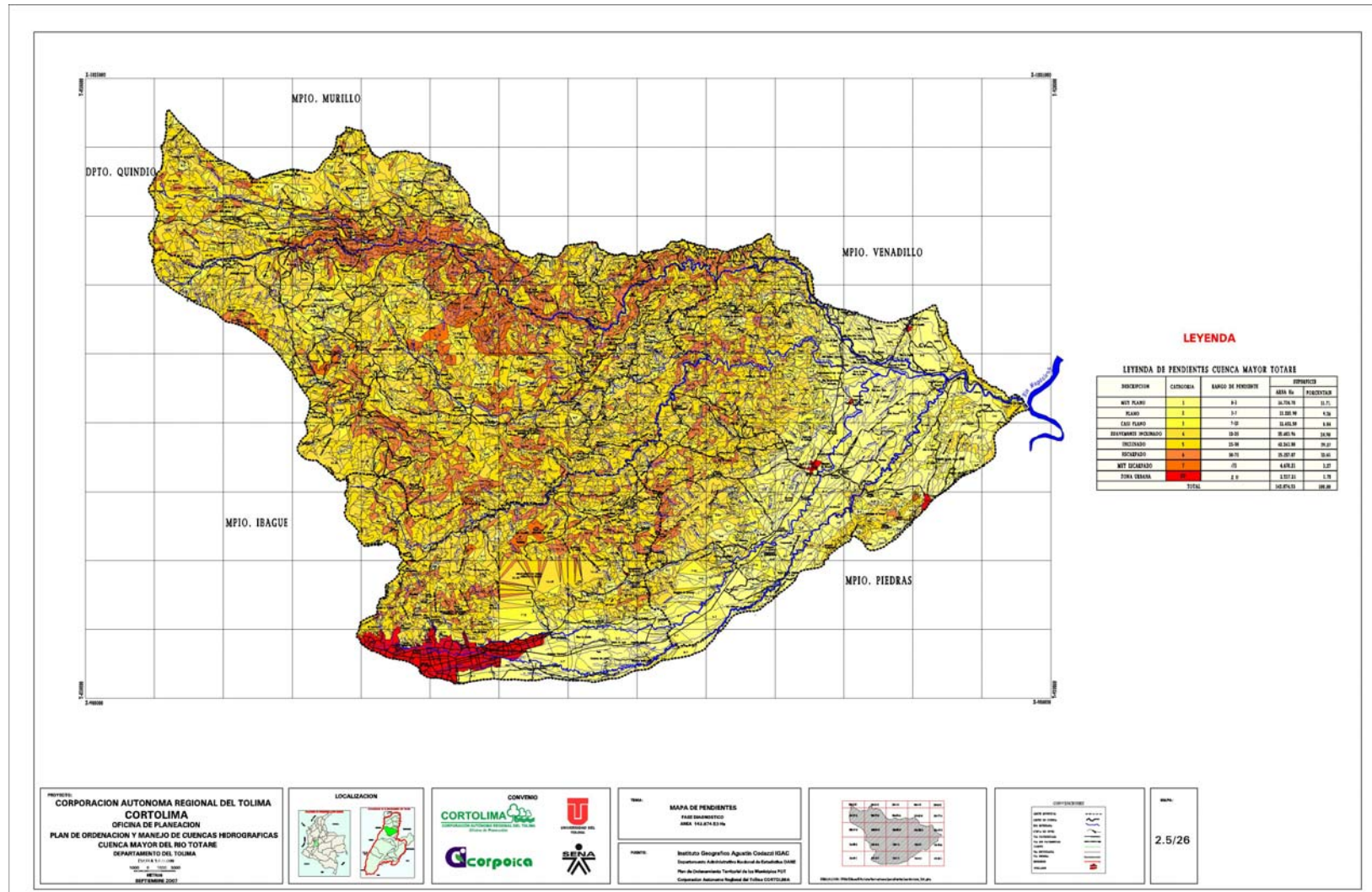


Figura 2.7 mapa de pendientes de la cuenca hidrográfica mayor del río Totare.



2.2.1.6 Parámetros de Forma de la Cuenca

Los factores geológicos, principalmente, son los encargados de moldear la fisiografía de una región y particularmente dan 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.

2.2.1.6.1 Factor de forma de Horton (Hf)

El factor de forma según Horton expresa la relación existente entre el área de la cuenca, y un cuadrado de la longitud máxima o longitud axial de la misma.

$$Hf = \frac{A}{La^2}$$

Donde:

Hf: Factor de forma de Horton

A: Área de la cuenca en km².

La: Longitud axial en km.

$$Hf = \frac{A}{La^2} = \frac{1.428,74}{(95.7)^2} = 0,156$$

El Factor de forma de Horton de la Cuenca Mayor del Río Totare, es de 0,156, el cual está indicando que la Cuenca no tiende a ser circular; por lo tanto no es propensa a presentar crecidas súbitas, cuando se presentan lluvias intensas simultáneamente en toda o en gran parte de su superficie.

En términos generales se puede observar en la Tabla 2.17, que ninguna de las cuencas que hacen parte de la Cuenca Mayor del Río Totare van a ser susceptibles a las crecidas súbitas, al presentarse precipitaciones fuertes sobre su superficie.



Tabla 2.17. Factor de Horton de la Cuenca Mayor del Río Totare y sus subcuencas

| SUBCUENCAS | Hf |
|---------------------------------|--------------|
| Q. Aguablanca | 0.13 |
| Q. Aguasucia | 0.03 |
| Q. Aguablanca | 0.11 |
| Q. Anundey | 0.09 |
| Q. Doyare | 0.08 |
| Q. El Fierro | 0.14 |
| Q. Guarapo | 0.06 |
| Q. Cuminá | 0.22 |
| Q. La Ambalá | 0.14 |
| Q. La Arenosa | 0.05 |
| Q. La Estrella | 0.16 |
| Q. La Negra | 0.26 |
| Q. La Pitala | 0.25 |
| Q. Las Panelas | 0.16 |
| Q. Las Pavas | 0.13 |
| Q. Santa Helena | 0.13 |
| R. Alvarado | 0.10 |
| R. Chipalo | 0.02 |
| R. Frío | 0.08 |
| R. La China | 0.03 |
| R. San Romualdo | 0.16 |
| R. Totare | 0.02 |
| R. Totarito | 0.14 |
| C. Totare (Cuenca Total) | 0.156 |

Fuente: CORTOLIMA, 2006.

2.2.1.6.2 Razón Circular de Miller (Rc)

Miller usó una razón circular adimensional, definida como la razón del área de la cuenca al área de un círculo que tiene el mismo perímetro de la cuenca.

$$Rc = \frac{A}{Ac} = \frac{1.428,74}{3.073,65} = 0,46$$

Donde:

- Rc: Factor Razón Circular
- A: Área de la cuenca en km²
- Ac: Área de un círculo en km²



La Razón Circular de la Cuenca Mayor del Río Totare, es de 0,46 valor que indica que la cuenca en total no posee similitud geométrica con el círculo, puesto que no tiende a la unidad, por lo tanto se puede deducir que la Cuenca presenta, en general, un comportamiento poco torrencial.

Según los resultados obtenidos para la Razón Circular de Miller se observa que las subcuencas objeto de estudio tienden a presentar formas alargadas ya que los valores no tienden a la unidad, como también se hace notorio que la Cuenca en su totalidad presenta el menor valor induciendo que la cuenca es de forma completamente alargada (Ver Tabla 2.18).

Tabla 2.18. Factor de Razón Circular de la Cuenca Mayor del Río Totare y sus subcuencas.

| SUBCUENCAS | Rc (Miller) |
|---------------------------------|---------------|
| Q. Aguablanca | 0,37 |
| Q. Aguasucia | 0,11 |
| Q. Aguablanca | 0,17 |
| Q. Anundey | 0,36 |
| Q. Doyare | 0,31 |
| Q. El Fierro | 0,51 |
| Q. Guarapo | 0,19 |
| Q. Cuminá | 0,56 |
| Q. La Ambalá | 0,34 |
| Q. La Arenosa | 0,32 |
| Q. La Estrella | 0,52 |
| Q. La Negra | 0,50 |
| Q. La Pitala | 0,45 |
| Q. Las Panelas | 0,52 |
| Q. Las Pavas | 0,51 |
| Q. Santa Helena | 0,53 |
| R. Alvarado | 0,45 |
| R. Chipalo | 0,07 |
| R. Frío | 0,27 |
| R. La China | 0,09 |
| R. San Romualdo | 0,39 |
| R. Totare | 0,07 |
| R. Totarito | 0,39 |
| C. Totare (Cuenca Total) | 0,0132 |

Fuente: CORTOLIMA, 2006.



2.2.1.6.3 Coeficiente de compacidad de Gravelius (Kc).

El coeficiente de compacidad se obtiene al relacionar el perímetro de la cuenca, con el perímetro de un círculo, que tiene la misma área de la cuenca.

$$Kc = \frac{P}{Pc} = \frac{196,53}{133,99} = 1,46$$

Donde:

Kc: Coeficiente de compacidad de Gravelius

P: Perímetro de la cuenca en km.

Pc: Perímetro del círculo en km.

$$Kc = \frac{0,28 * P}{\sqrt{A}} = \frac{0,28 * (196,53)}{\sqrt{1.428,74}} = 1,46$$

Donde:

Kc: Coeficiente de compacidad de Gravelius

P: Perímetro de la cuenca en km.

A: Área de la Cuenca en km².

El Coeficiente de compacidad de Gravelius de la Cuenca Mayor del Río Totare, es de 1,46; indicando 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 (ver tabla 2.19).

Las Subcuencas de los Ríos Totare, Chipalo, La China, según los resultados obtenidos descritos en la Tabla 2.18 del coeficiente de compacidad, son las que presentan una característica torrencial más baja y por ende son menos peligrosas; en cambio las Subcuencas de las Quebradas Cuminá, La Estrella, La Negra, La Pitala, Las Panelas, Las Pavas, Santa Helena y El Río Alvarado, se caracterizan por presentar un comportamiento moderadamente torrencial, las demás subcuencas presentan comportamientos poco torrenciales ya que sus formas según el coeficiente de compacidad de Gravelius infiere formas ovales a rectangulares.

2.2.1.7 Índice de Alargamiento (Ia).

Este índice, propuesto por Horton, relaciona la longitud máxima de la cuenca con su ancho máximo medido perpendicularmente a la dimensión anterior.

$$Ia = \frac{La}{a} = \frac{95.742,47}{31.433,97} = 3.05$$

Donde:

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

Tabla 2.19 Coeficiente de compacidad de Gravelius de la Cuenca Mayor del Río Totare y sus Subcuencas.

| SUBCUENCAS | Kc |
|---------------------------------|-------------|
| Q. Aguablanca | 1,63 |
| Q. Aguasucia | 2,94 |
| Q. Aguablanca | 2,36 |
| Q. Anundey | 1,65 |
| Q. Doyare | 1,79 |
| Q. El Fierro | 1,39 |
| Q. Guarapo | 2,25 |
| Q. Cuminá | 1,33 |
| Q. La Ambalá | 1,71 |
| Q. La Arenosa | 1,76 |
| Q. La Estrella | 1,38 |
| Q. La Negra | 1,40 |
| Q. La Pitala | 1,48 |
| Q. Las Panelas | 1,38 |
| Q. Las Pavas | 1,39 |
| Q. Santa Helena | 1,36 |
| R. Alvarado | 1,48 |
| R. Chipalo | 3,62 |
| R. Frío | 1,90 |
| R. La China | 3,32 |
| R. San Romualdo | 1,59 |
| R. Totare | 3,74 |
| R. Totarito | 1,59 |
| C. Totare (Cuenca Total) | 8,70 |

Fuente: CORTOLIMA, 2006.



El índice de alargamiento de la Cuenca Mayor del Río Totare, es de 3,05, ésta relación está indicando que la Cuenca 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.

Como se puede apreciar los valores del índice de alargamiento para los casos de las subcuencas de la cuenca mayor del río Totare son considerablemente superiores a la unidad lo que infiere que las formas tienden a ser rectangulares. (Ver Tabla 2.20).

Tabla 2.20. El Índice de alargamiento de la Cuenca Mayor del Río Totare y sus subcuencas.

| SUBCUENCAS | la |
|---------------------------------|-------------|
| Q. Aguablanca | 6.23 |
| Q. Aguasucia | 17.10 |
| Q. Aguablanca | 7.28 |
| Q. Anundey | 4.12 |
| Q. Doyare | 6.23 |
| Q. El Fierro | 3.62 |
| Q. Guarapo | 3.56 |
| Q. Cuminá | 2.43 |
| Q. La Ambalá | 3.65 |
| Q. La Arenosa | 5.42 |
| Q. La Estrella | 2.45 |
| Q. La Negra | 1.85 |
| Q. La Pitala | 3.52 |
| Q. Las Panelas | 3.37 |
| Q. Las Pavas | 3.89 |
| Q. Santa Helena | 2.61 |
| R. Alvarado | 4.88 |
| R. Chipalo | 17.01 |
| R. Frío | 5.37 |
| R. La China | 10.27 |
| R. San Romualdo | 3.98 |
| R. Totare | 14.82 |
| R. Totarito | 5.77 |
| C. Totare (Cuenca Total) | 3.05 |

Fuente: CORTOLIMA, 2006.



2.2.1.8 Tiempo de Concentración (T_c)

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.

$$T_c = \left(\frac{0.870 * L^3}{H} \right)^{0.385} = \left(\frac{0.870 * (935)^3}{4600 - 400} \right)^{0.385} = 7.21$$

Donde:

- T_c: 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 observa en la Tabla 2.21, para la Cuenca Mayor del Río Totare, donde el tiempo total es de 7 horas y 21 minutos, y a sus afluentes les toma entre 58 minutos y mas de 4 horas en desembocar en distintos puntos de su cauce.

2.2.1.9 Forma de la Cuenca y Densidad de Drenaje

Densidad de drenaje (D). La longitud total de los cauces dentro de una cuenca hidrográfica (L), dividida por el área total de drenaje (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 importante, 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 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. (Ver tabla 2.22 de densidad de drenaje o longitud de cauces).



Tabla 2.21. Tiempos de concentración de la Cuenca Mayor del Río Totare y sus Subcuencas.

| SUBCUENCAS | Tc (hh:mm) |
|---------------------------------|-------------|
| Q. Aguablanca | 0,97 |
| Q. Aguasucia | 2,90 |
| Q. Aguablanca | 1,45 |
| Q. Anundey | 1,22 |
| Q. Doyare | 3,63 |
| Q. El Fierro | 0,90 |
| Q. Guarapo | 3,64 |
| Q. Cuminá | 0,93 |
| Q. La Ambalá | 0,77 |
| Q. La Arenosa | 4,44 |
| Q. La Estrella | 1,10 |
| Q. La Negra | 0,48 |
| Q. La Pitala | 0,73 |
| Q. Las Panelas | 0,83 |
| Q. Las Pavas | 0,88 |
| Q. Santa Helena | 0,88 |
| R. Alvarado | 5,42 |
| R. Chipalo | 7,74 |
| R. Frío | 2,79 |
| R. La China | 6,79 |
| R. San Romualdo | 2,14 |
| R. Totare | 8,32 |
| R. Totarito | 1,59 |
| C. Totare (Cuenca Total) | 7,21 |

Fuente: CORTOLIMA, 2006.

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

Otra consideración es la cantidad de ríos y quebradas que llegan o tributan al río principal dentro del área de la cuenca y que se conoce como densidad de drenaje. En el caso de las subcuencas observadas, se puede inferir que en general presentan una densidad de drenaje al presentar valores entre 1 y 3 y se pueden localizar varios ríos y quebradas que facilitan la evacuación de las aguas lluvias hacia el río principal y una vez allí, serán conducidas hasta la desembocadura o hacia un río más grande.



Tabla 2.22 Densidad de Drenaje o Longitud de Cauces por unidad de Área de la Cuenca Totare.

| SUBCUENCAS | Dd (km/km ²) |
|---------------------------------|--------------------------|
| Q. Aguablanca | 2.02 |
| Q. Aguasucia | 2.62 |
| Q. Aguablanca | 1.16 |
| Q. Anundey | 3.49 |
| Q. Doyare | 2.81 |
| Q. El Fierro | 2.34 |
| Q. Guarapo | 1.26 |
| Q. Cuminá | 1.74 |
| Q. La Ambalá | 3.00 |
| Q. La Arenosa | 2.24 |
| Q. La Estrella | 1.35 |
| Q. La Negra | 1.19 |
| Q. La Pitala | 2.03 |
| Q. Las Panelas | 1.71 |
| Q. Las Pavas | 2.34 |
| Q. Santa Helena | 1.41 |
| R. Alvarado | 2.11 |
| R. Chipalo | 2.42 |
| R. Frío | 1.90 |
| R. La China | 2.21 |
| R. San Romualdo | 1.43 |
| R. Totare | 2.00 |
| R. Totarito | 1.10 |
| C. Totare (Cuenca Total) | 1.98 |
| R. Totare | 2.00 |

Fuente: CORTOLIMA, 2006.

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. (Ver Tabla 2.23).

Tabla 2.23 Resumen de los parámetros morfométricos de la Cuenca Mayor del Río Totare y sus subcuencas.

Fuente: CORTOLIMA, 2005.

| SUBCUENCAS | ÁREA (Ha) | PERÍMETRO (km) | LONGITUD DEL CAUCE (km) | Pm (%) | Hf (HORTON) | Rc (MILLER) | Kc (GLAVELIUS) | la | TC (hh:mm) | DENSIDAD DE DRENAJE (km/km ²) |
|--------------------------|------------|----------------|-------------------------|--------|-------------|-------------|----------------|------|------------|---|
| Q. Aguablanca | 1.259,87 | 20,66 | 8,59 | 6,98 | 0,13 | 0,37 | 1,63 | 6,23 | 0,97 | 2,02 |
| Q. Aguasucia | 797,02 | 29,64 | 15,39 | 1,30 | 0,03 | 0,11 | 2,94 | 17,1 | 2,90 | 2,62 |
| Q. Aguablanca | 1.023,85 | 26,98 | 8,46 | 2,36 | 0,11 | 0,17 | 2,36 | 7,28 | 1,45 | 1,16 |
| Q. Anundey | 1.267,05 | 20,95 | 11,59 | 6,90 | 0,09 | 0,36 | 1,65 | 4,12 | 1,22 | 3,49 |
| Q. Doyare | 1.775,55 | 26,98 | 14,86 | 0,67 | 0,08 | 0,31 | 1,79 | 6,23 | 3,63 | 2,81 |
| Q. El Fierro | 2.024,05 | 22,39 | 11,67 | 15,43 | 0,14 | 0,51 | 1,39 | 3,62 | 0,90 | 2,34 |
| Q. Guarapo | 2.571,33 | 40,75 | 18,77 | 1,07 | 0,06 | 0,19 | 2,25 | 3,56 | 3,64 | 1,26 |
| Q. Guminá | 2.149,24 | 21,97 | 9,80 | 10,20 | 0,22 | 0,56 | 1,33 | 2,43 | 0,93 | 1,74 |
| Q. La Ambalá | 1.232,71 | 21,40 | 9,32 | 15,02 | 0,14 | 0,34 | 1,71 | 3,65 | 0,77 | 3,00 |
| Q. La Arenosa | 2.905,18 | 33,89 | 22,28 | 0,90 | 0,05 | 0,32 | 1,76 | 5,42 | 4,44 | 2,24 |
| Q. La Estrella | 3.252,23 | 28,16 | 12,72 | 11,01 | 0,16 | 0,52 | 1,38 | 2,45 | 1,10 | 1,35 |
| Q. La Negra | 1.065,86 | 16,37 | 6,22 | 22,51 | 0,26 | 0,50 | 1,40 | 1,85 | 0,48 | 1,19 |
| Q. La Pitala | 1.261,58 | 18,83 | 7,41 | 10,80 | 0,25 | 0,45 | 1,48 | 3,52 | 0,73 | 2,03 |
| Q. Las Panelas | 1.382,70 | 18,35 | 8,86 | 11,29 | 0,16 | 0,52 | 1,38 | 3,37 | 0,83 | 1,71 |
| Q. Las Pavas | 1.553,08 | 19,51 | 10,93 | 14,64 | 0,13 | 0,51 | 1,39 | 3,89 | 0,88 | 2,34 |
| Q. Santa Helena | 1.355,51 | 17,88 | 9,97 | 12,04 | 0,13 | 0,53 | 1,36 | 2,61 | 0,88 | 1,41 |
| R. Alvarado | 29.988,14 | 91,66 | 55,06 | 3,27 | 0,10 | 0,45 | 1,48 | 4,88 | 5,42 | 2,11 |
| R. Chipalo | 8.790,45 | 121,15 | 74,98 | 2,40 | 0,02 | 0,07 | 3,62 | 17,0 | 7,74 | 2,42 |
| R. Frío | 10.708,53 | 70,30 | 36,75 | 8,16 | 0,08 | 0,27 | 1,90 | 5,37 | 2,79 | 1,90 |
| R. La China | 19.525,82 | 165,87 | 81,06 | 3,95 | 0,03 | 0,09 | 3,32 | 10,3 | 6,79 | 2,21 |
| R. San Romualdo | 12.265,41 | 62,80 | 27,86 | 9,33 | 0,16 | 0,39 | 1,59 | 3,98 | 2,14 | 1,42 |
| R. Totare | 28.351,69 | 225,08 | 105,79 | 3,97 | 0,02 | 0,07 | 3,74 | 14,8 | 8,32 | 2,00 |
| R. Totarito | 6.367,51 | 45,41 | 19,07 | 9,44 | 0,14 | 0,39 | 1,59 | 5,77 | 1,59 | 1,10 |
| C. Totare (Cuenca Total) | 142.874,47 | 196,53 | 93,5 | 4,49 | 0,156 | 0,46 | 1,46 | 3,05 | 7,22 | 1,98 |

Hf: Índice de Horton

la: Índice de alargamiento.

Dd: Densidad de drenaje

Rc: Razón Circular de Miller.

Pm: Pendiente media del cauce

Kc: Coeficiente de compacidad de Gravelius.

Tc: Tiempo de Concentración



CORTOLIMA



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA



CORTOLIMA



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA



