

Análisis hidrográfico e hipsométrico de la cuenca alta y media del río Chama, estado Mérida, Venezuela

Hydrographic and hypsometric analysis of the high and middle Chama river basin, Mérida state, Venezuela

Gustavo Silva León*

Resumen

Se analiza la cuenca del río Chama mediante un mapa base 1 :100.000 elaborado con curvas de nivel cada 400 m, refiriendo la cuenca hasta la cota 320 msnm del cauce donde alcanza 3219 km². Se identifican 7 ríos tributarios que en orden de longitud son Mocoties, Nuestra Señora, La González, Mucujún, Albarregas, San Pablo y Vizcaina. Las mayores subcuencas en orden de extensión son Nuestra Señora, Mocoties, San Pablo y Mucujún. El Chama es un río torrencial hasta la cota 740 por tener pendientes a cauce lleno superiores al 2 %. La cuenca tiene un perímetro de 391 km que está ocupado en un 36 % por las sierras del Norte, Santo Domingo y Nevada de Mérida, que en la divisoria tienen una altitud promedio de 4140 msnm. Desde la Sierra Nevada continúa una serranía que ocupa 39 % de la divisoria y se le llama Serranía Sur del Chama o Serranía del Sur. Hasta antes de la confluencia del río Nuestra Señora en la cota 840, la hipsometría muestra una distribución de áreas unimodal, que es asimétrica negativa porque las sierras determinan un predominio de las alturas mayores sobre las menores. La clase hipsométrica dominante es primero la 4000-4400 y después la 3600-4000. Luego de la transición bimodal causada por la subcuenca Nuestra Señora, la distribución vuelve a ser unimodal pero con asimetría positiva y clase dominante 2000-2400. La hipsometría de las subcuencas principales muestra una distribución unimodal pero con simetría variada. Se analizan la temperatura y la presión atmosférica por ser elementos climáticos asociados estrechamente a la altitud y se presentan ecuaciones que las relacionan. Complementariamente se definen 6 pisos térmicos: caluroso, fresco, templado, frío, muy frío y gélido, cuyas áreas se miden. También se divide la cuenca del Chama en alta, media y baja, determinándose que la primera debe llegar hasta la cota 740 y la segunda a la cota 320, basado en características del perfil longitudinal del río y de la hipsometría de la cuenca. Adicionalmente estas divisiones son subdivididas en sectores, con los cuales se propone una sectorización hidrográfica estándar. Se recomienda ajustar la toponimia vigente y aplicar este análisis a otras cuencas andinas venezolanas.

Palabras claves: hidrografía, hipsometría, cuenca hidrográfica, río Chama, Andes venezolanos, estado Mérida, elementos climáticos, pisos térmicos

* Universidad de Los Andes, Escuela de Geografía, Mérida, Venezuela
E-mail: gsilval@ula.ve

Abstract

The Chama river basin is analyzed by means of a map 1:100.000 with curves level of 400 m each, defining the basin at 320 meters above the sea level (m.a.s.l.) where the drainage area reaches 3219 km². The 7 tributary rivers in order of longitude are Mocotíes, Nuestra Señora, The González, Mucujún, Albarregas, San Pablo and Vizcaina. The subbasins in order of size are Nuestra Señora, Mocotíes, San Pablo and Mucujún. The Chama river is termed at torrential river until 740 m.a.s.l. because of the 2 % superiors slopes. The basin has a perimeter of 391 km that is 36% occupied by the Northern, Santo Domingo and Nevada of Merida mountains range. This mountains have an altitude average of 4140 m.a.s.l. in the water divide. From the Nevada mountain range another mountainous range continues on the catchment boundary. It occupies 39% of the perimeter and is called the South Serranía of the Chama or Serranía of the South. Over 840 m.a.s.l, before the fork of Nuestra Señora river, the hypsometry shows an unimodal distribution of areas, that is negative asymmetric because the mountain range determines a prevalence of the higher heights than the lower. The hypsometric dominant class is first the 4000-4400 followed on the 3600-4000. After the bimodal transition caused by Nuestra Señora subbasin, the distribution turns unimodal again but with positive asymmetry and dominant class 2000-2400. The hypsometry of the principal subbasins shows a unimodal distribution with varied symmetry. The temperature and the atmospheric pressure are analyzed by being climatic elements closely associated to the altitude and equations are introduced which relate them. Complementarily 6 thermal floors are defined and measured: warm, fresh, temperate, cold, very cold and icy. The Chama basin is also divided in high, middle and low. The first one should be determined at level 740 in the stream bed and the second one at level 320, based on characteristics of the longitudinal profile of the river and the basin hypsometry. Furthermore these parts are divided in sectors, in order to propose standard hydrographic zones. It is recommended to adjust effective nomenclature of rivers and mountains and apply this analysis to another Venezuelan andean basins.

Key words: hydrography, hypsometry, river basin, Chama river, Venezuelan Andes, Mérida State, climatic elements, thermal floors.

Introducción

El río Chama y su afluente el río Mocotíes conforman la cuenca y el valle longitudinal más notables de los Andes venezolanos desde el punto de vista fisiográfico y geográfico. El calificativo longitudinal se refiere a que la dirección general del valle es similar a la de la cordillera andina venezolana. Ésta recorre los estados Táchira, Mérida, Trujillo y parte de Lara en dirección aproximada SO-NE.

Los ríos Chama y Mocotíes confluyen a 320 msnm generando allí una

cuenca de 3219 Km², que representa 1/10 del área andina venezolana y 28,5 % del estado Mérida. Esta cuenca tiene gran diversidad de paisajes producto de la variación de altitud, pluviosidad, insolación de vertientes, geofomas y de la intervención del hombre. Su extensión supera la de las otras cuencas andinas de valle longitudinal como son la del río Motatán antes del embalse de Agua Viva y la de los ríos Boconó y Burate, hacia el NE de la cuenca del Chama; y la cuenca

de los ríos Torbes y Quinimarí y la del Caparo, hacia el SO de la misma.

La cuenca del Chama en referencia, además de extensa, constituye el corazón de los Andes venezolanos por su ubicación central y por tener sus cabeceras en las sierras más altas de Los Andes venezolanos: Nevada de Mérida, del Norte y Santo Domingo, que superan los 4600 msnm y exhiben vistosas nevadas varias veces al año. Solo la Sierra Nevada conserva glaciares en torno a los 5000 msnm del pico Bolívar y los 4940 m del pico Humboldt, que son las mayores alturas de la cuenca y de Venezuela.

La hipsometría del Chama y de sus mayores subcuencas no ha sido bien estudiada. Las descripciones de la cuenca hasta comienzos de la década de 1950 no contaron con una cartografía apropiada. Luego no hubo interés en las mediciones y análisis hipsométricos, salvo algunos aportes como los de Andressen y Ponte (1973), por lo que un análisis más detallado contribuirá a ampliar la información que existe al respecto.

Por otra parte, en la descripción hidrográfica de la cuenca del río Chama se advierten ambigüedades. Desde los años 60 se habla de su cuenca alta, su cuenca media y su cuenca baja, sin que en realidad se hallan aplicado criterios razonables para su diferenciación, dando lugar a delimitaciones arbitrarias que son muy cuestionables. Esto ha causado el mal uso de tales denominaciones y errores en la ubicación de localidades que son motivo de estudio. Por ejemplo, las ciudades de Mérida y Ejido han sido con-

sideradas parte de la cuenca media del Chama cuando en realidad están en la cuenca alta. Si bien no existe un método universal para dividir una cuenca en alta, media y baja, sí existen características como la hipsometría y el perfil longitudinal del cauce principal que son útiles para plantear una división satisfactoria de una cuenca desde un punto de vista hidrográfico.

También se presenta un uso indiscriminado entre los términos río y quebrada porque no hay criterios para distinguirlos con exactitud. Son textos, documentos legales, el vulgo o la toponimia cartográfica los que deciden el uso de un término o el otro, a veces en forma incorrecta. Por ejemplo, el río Milla es una quebrada y las quebradas Tostós y Vizcaina resultan ser ríos.

Además cabe tratar otros aspectos de tipo orográfico, hidrográfico y climático como son la delimitación de las sierras, las características de la divisoria de la cuenca y la variación de elementos climáticos con la altitud, respectivamente. En el último caso se pueden presentar nuevas relaciones matemáticas, así como plantear una nueva clasificación de zonas altitudinales o de pisos térmicos que mejore las anteriores.

Objetivos

1. Describir el recorrido y el perfil longitudinal del río Chama.
2. Caracterizar la red hidrográfica del río Chama y el perímetro de su cuenca.

3. Determinar y analizar la hipsometría de la cuenca del Chama y sus mayores subcuencas.
4. Estimar el valor de elementos climáticos asociados estrechamente a la altitud y redefinir los pisos térmicos en la cuenca del Chama.
5. Diferenciar la cuenca alta, media y baja del río Chama e identificar sectores hidrográficos en cada una a fin de proponer una sectorización estándar.

Cartografía

El presente análisis requirió las actividades previas siguientes:

1. **Elaboración del mapa base a escala 1:100.000.** El mismo requirió siete hojas cartográficas edición 1977 de la Dirección de Cartografía Nacional, identificadas como 5840, 5841, 5940, 5941, 5942, 6041 y 6042. El mapa representa la cuenca del río Chama hasta la confluencia del río Mocotíes e incluye hidrografía básica, vialidad principal y poblados importantes, así como las curvas de nivel con equidistancia de 400 m. Las áreas entre curvas tienen colores distintos para facilitar el uso e interpretación del mapa.
2. **Uso de cartografía complementaria.** Se consultaron hojas cartográficas 5842 y 5843 para medir el río Chama hasta su desembocadura ; hojas cartográficas escala 1:25.000 edición 1974 para apreciar altitudes y otros

detalles topográficos del relieve; y la hoja NC 19-13 escala 1:250.000 que contiene la cuenca del río Chama y casi todo el estado Mérida, que es utilizada para reducir la cuenca a escala de presentación 1 : 400.000.

3. **Mediciones sobre el mapa base.** Se utilizó cinta métrica para distancias, un curvímetero para longitudes de río y perímetro de cuenca y un planímetro polar para superficies entre curvas de nivel y de subcuencas. Estas mediciones fueron sistemáticas y verificadas. No resultó indispensable digitalizar la cuenca para hacer mediciones ni elaborar el mapa base. Se espera que el margen de error en el cómputo de áreas sea menor al 0,5 %.

Reseña geológica y geomorfológica

Según Marrero (1964) las estructuras de fallas predominan en los Andes venezolanos y el río Chama discurre por una profunda fosa tectónica, que luego de la confluencia del río Mocotíes se abre paso a través de zonas fracturadas hacia la depresión del Lago de Maracaibo. Zinck (1980) ubica el valle del Chama en el surco tectónico central de la falla de Boconó, la cual se extiende por otros valles longitudinales.

Las sierras que rodean el recorrido superior del río son también de origen tectónico. La Sierra del Norte se ubica en la vertiente derecha y comienzo de la vertiente izquierda, donde luego se ubi-

can las sierras de Santo Domingo y Nevada de Mérida. Durante las glaciaciones pleistocénicas los glaciares modelaron intensamente las partes altas de las tres sierras, resultando formas residuales, como son los circos glaciares; y formas deposicionales, como son las morrenas, además de numerosas lagunas.

En el valle longitudinal de los ríos Chama y Mocotíes se hallan diversas terrazas aluviales. Las mayores sirven de asiento a las ciudades de Mucuchíes, Mérida, Ejido, San Juan, Lagunillas y Tovar y algunas también tienen uso agrícola. Los valles transversales por donde discurren la mayoría de los afluentes, así como el abra del río Chama, son poco propicios para la construcción de carreteras y localización de áreas agrícolas y de centros urbanos, debido a las fuertes pendientes predominantes y a la inestabilidad geológica.

La cuenca hidrográfica

El río Chama nace en la Sierra del Norte con el nombre de quebrada Mifafí y su longitud es de 187 km. Su cuenca tiene 3785 km² (República de Venezuela, 1990) y pertenece a la hoya hidrográfica del Lago de Maracaibo. Una visión de la cuenca se aprecia en la Figura 1.

Con el fin de identificar consistentemente a los ríos y quebradas, se define como **río** todo cauce que satisfaga las condiciones siguientes: 1) Su longitud total es igual o mayor a 20 km y/o 2) El área total de su cuenca es igual o mayor

a 100 km². Esta es una definición preliminar, sencilla y de carácter práctico, ya que además inciden otros factores que no se consideran explícitamente. Por ejemplo, no es lo mismo definir un río en una zona semiárida que en una zona húmeda. Así, la quebrada La Mucuy, ubicada en una zona húmeda y elevada, que tiene 15 km de longitud y 96 km² de cuenca, bien podría ser un río.

Hecha la aclaratoria, se tiene que por la margen derecha del Chama los tributarios más importantes en orden de aparición son el río Mucujún con 31 km, el río Albarregas con 28 km, el río La González con 32 km y la quebrada La Sucia con 15 km. El Mucujún nace en un arco montañoso compuesto por los páramos de El Escorial y Pan de Azúcar. La cuenca del río Albarregas no tiene contacto con la divisoria del Chama porque por detrás le pasa la cuenca de La González, que es muy alargada y hace contacto con la del Mucujún en la parte alta del Páramo de los Leones.

La vertiente izquierda del Chama es mucho más extensa que la derecha. Por la margen izquierda los tributarios más importantes en orden de aparición son las quebradas Gavidia y Mucuy, ambas con 15 km; el río Nuestra Señora con 50 km y su afluente el río Tostós con 25 km; el río La Vizcaina con 23 km, el río San Pablo con 26 km, la quebrada Santo Domingo con 16 km y el río Mocotíes con 54 km y su afluente el río Guayabal con 19 km.

El río Nuestra Señora tiene dos nacientes, una se origina en el elevado arco

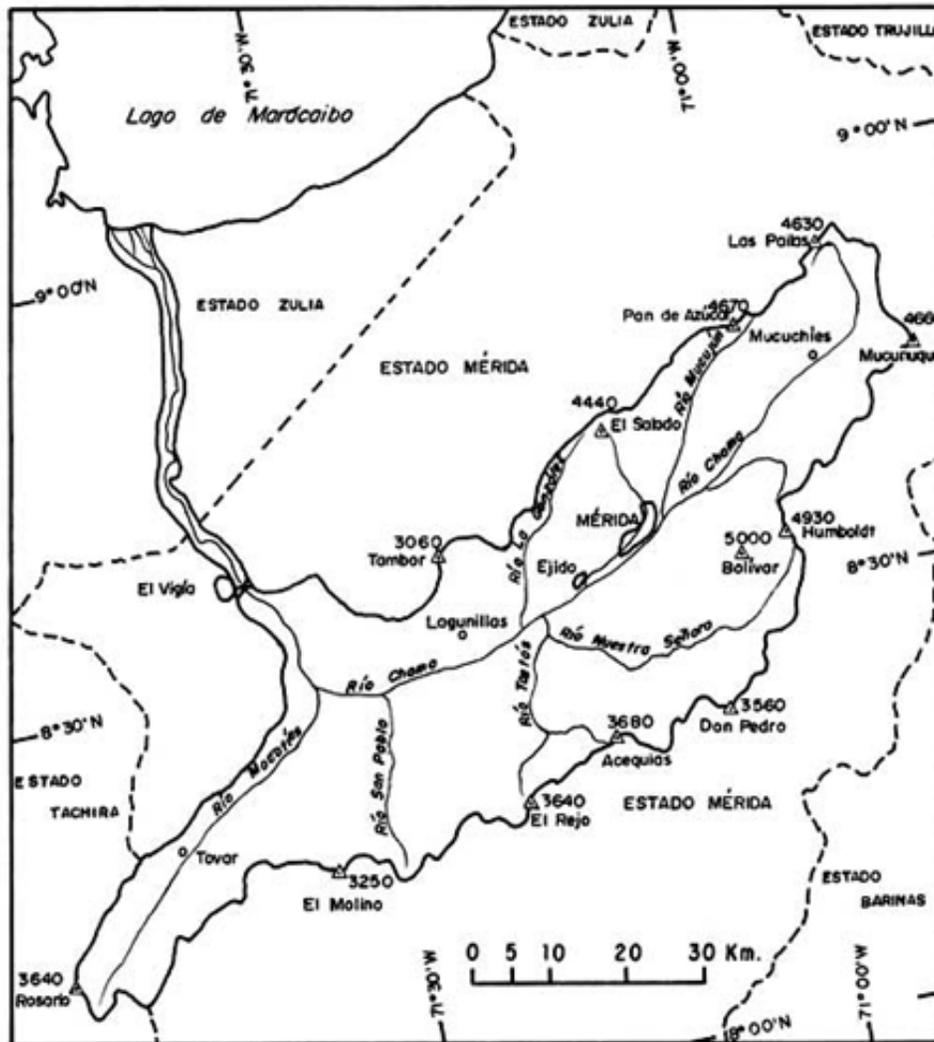


Figura 1. Cuenca del río Chama

que conforman los picos Bolívar, La Concha y Bonpland; y la otra entre ramales que descienden al sur del pico Humboldt. Ambas quebradas se unen en la cota 2580. El río Mocotíes también tiene dos nacientes: la quebrada Zarzales, alimentada por los páramos La Negra, El Rosa-

rio, El Batallón y Veriguaca; y la quebrada Las Tapias, alimentada por los páramos Veriguaca y Las Tapias. Ambas quebradas se unen en la cota 1880.

Las subcuencas más extensas de la cuenca del Chama son la del río Nuestra Señora con 601 km², de los cuales

131 km² corresponden al río Tostós; la del río Mocotíes con 509 km², de los cuales 115 km² corresponden al río Guayabal; la del río San Pablo con 258 km² y la del Mucujún con 194 km². La abrupta subcuenca Nuestra Señora tiene su escasa población repartida entre numerosas aldeas pintorescas, siendo las más conocidas El Morro, Los Nevados y San José de Acequias. En cambio la subcuenca Mocotíes está muy poblada en su valle longitudinal, presentando las ciudades de Tovar, Santa Cruz de Mora y Bailadores. La también abrupta subcuenca del río San Pablo está casi despoblada, mientras la del Mucujún resiste a medias la presión de uso urbano de la cercana Mérida.

Recorrido del río

Los primeros drenes de flujo continuo que originan al río Chama provienen de la parte norte del páramo El Buitre, que alcanza 4600 msnm en esta vertiente de la cuenca. Estos drenes generan la quebrada Mifafí, cuyo cauce principal está bien definido desde la cota 4200. Hacia la cota 4000 aparece la pequeña planicie aluvial de Llano Redondo. Luego la quebrada cambia su curso hacia el sur y en la cota 3600 recibe por la margen izquierda a la quebrada El Águila. A partir de allí la quebrada Mifafí adquiere el nombre de Chama.

En la cota 3200 desemboca por la margen izquierda la quebrada Mucuchache, que pertenece a la Sierra de San-

to Domingo. Desde aquí el cauce principal toma el rumbo suroeste de la falla de Boconó. Luego, en la cota 2880, el Chama recibe por su margen derecha a la quebrada La Toma. Seguidamente hace su aparición la terraza de Mucuchías.

Los aportes de agua de la Sierra Nevada de Mérida empiezan por medio de la quebrada Gavidia. En la margen derecha de la cota 2320 del cauce fluvial se halla la terraza de Mucurubá. A continuación el Chama pasa por las localidades de Escagüey, Cacute y el centro turístico de Los Aleros. Ya en la cota 1840 el río transita por El Pedregal y junto a la cota 1680 se halla Tabay. Aquí afluye por la margen izquierda la quebrada La Mucuy, que recibe los deshielos de los glaciares del Humboldt. Poco más abajo y por la misma margen desemboca la quebrada Mucunután, que recibe los deshielos de los glaciares del Bolívar.

En la cota 1430 desemboca por la margen derecha el primer gran río, que es el Mucujún. En ese punto el Chama acumula 56 km de longitud y 858 km² de cuenca, incluyendo la subcuenca Mucujún, y empieza a bordear la meseta de la ciudad de Mérida, la capital del estado. Más adelante y por la misma margen desemboca el río Albarregas, que es el que recorre dicha ciudad. Seguidamente, en la cota 1040, se halla la estación hidrométrica Río Chama en Ejido, cuya cuenca tiene 1114 km². MOP (1968) reporta para esta estación 1130 km² de cuenca y Andressen y Ponte (1973) le determinan 1099 km².

En la cota 840 el Chama recibe al primer gran río de la margen izquierda, que es el río Nuestra Señora, también llamado río Negro (Vila, 1967); y en la cota 740 recibe al río La González, que es el último de la margen derecha. Atrás quedaron los grandes picos, siendo los más cercanos El Campanario con 4300 msnm, situado en la Sierra del Norte a 21 km de distancia; y El León con 4720 msnm, situado en la Sierra Nevada de Mérida a 24 Km de allí.

Entre las cotas 740 y 320 del Chama destacan los aportes hídricos de la margen izquierda por intermedio de los ríos Vizcaina, San Pablo y Mocotíes. El valle se estrecha en la cota 440 de este tramo antes de llegar a la localidad de Estanques. Este angostamiento separa la cuenca antecedente de la subcuenca del Mocotíes y la de la quebrada Santo Domingo, que tienen drenaje en sentido contrario al que lleva el Chama.

En la cota 320 el río ha recorrido 114 km y ha descendido 4 Km de altura. Entonces abandona el surco de la falla de Boconó y toma rumbo norte por un valle angosto que se abre hacia la cota 100 del cauce, donde cruza el largo puente de la ciudad de El Vigía. A partir de allí el río fluye largo trecho en una gran llanura o planicie aluvial hasta desembocar en el Lago de Maracaibo.

Perfil longitudinal del río

Los datos del perfil longitudinal del río Chama se muestran en el Cuadro

1 y el perfil resultante se observa en la Figura 2.

Se puede observar que la pendiente de cada tramo es promedio. Como es obtenida de un mapa 1:100.000, se puede interpretar que se trata de una pendiente a cauce lleno, ya que en época de aguas bajas el flujo tiende a divagar entre los sedimentos depositados en el cauce, resultando entonces una pendiente media menor a la indicada.

Las pendientes calculadas hasta la cota 100 son propias de un río de montaña. Sobre la cota 2000 msnm el cauce presenta pendientes superiores al 4 %, lo que confiere al río una gran capacidad de transporte de sedimentos que aumenta con el caudal de crecida. Entre las cotas 2000 y 740, que es el tramo comprendido entre Cacute y La González, las pendientes varían entre el 2 y el 4 % y mantienen el carácter torrencial del río. Luego predominan las pendientes del 1 al 2 % entre las cotas 740 y 100, y finalmente son sensiblemente menores al 1 % en la planicie aluvial del sur del Lago.

Perímetro de la cuenca

La cuenca del Chama tiene una divisoria de aguas de 391 km de largo hasta la cota 320. La longitud máxima entre dos puntos del perímetro es de 141,2 km. Esta distancia constituye el eje longitudinal de la cuenca y equivale a 1/3 de la longitud de la cordillera andina venezolana. Este eje divide al perímetro

Cuadro I. Cifras del perfil longitudinal del río Chama

Tramo	Cota (msnm)	Progresiva	Desnivel (m)	Dist. Horiz. (m)	Pendiente (%)
1	4400	0 + 000	400	5000	8,0
2	4000	5 + 000	400	6500	6,2
3	3600	11 + 500	400	6000	6,7
4	3200	17 + 500	400	8000	5,0
5	2800	25 + 500	400	8500	4,7
6	2400	34 + 000	400	6500	6,2
7	2000	40 + 500	400	11000	3,6
8	1600	51 + 500	400	13000	3,1
9	1200	64 + 500	160	6500	2,5
10	1040	71 + 000	240	10500	2,3
11	800	81 + 500	60	2500	2,4
12	740	84 + 000	340	26000	1,3
13	400	110 + 000	80	4000	,0
14	320	114 + 000	120	7500	1,6
15	200	121 + 500	100	9500	1,1
16	100	131 + 000	100	56000	0,2
	0	187 + 000			

en un tramo noroeste de 181 km y en un tramo sureste de 210 km, que se identifican en la Figura 3.

Los dos extremos del eje longitudinal tienen la peculiaridad de ser triple divisoria de cuencas. El extremo que es suroccidental se halla en la divisoria de

las cuencas de los ríos Chama, Uribante y La Grita. Se trata de la cima septentrional del Páramo El Batallón con una altitud de 3400 msnm y coordenadas 71°53'40" LW y 8°09'30" LN, que es también el extremo meridional de la cuenca. El otro extremo, el nororiental,

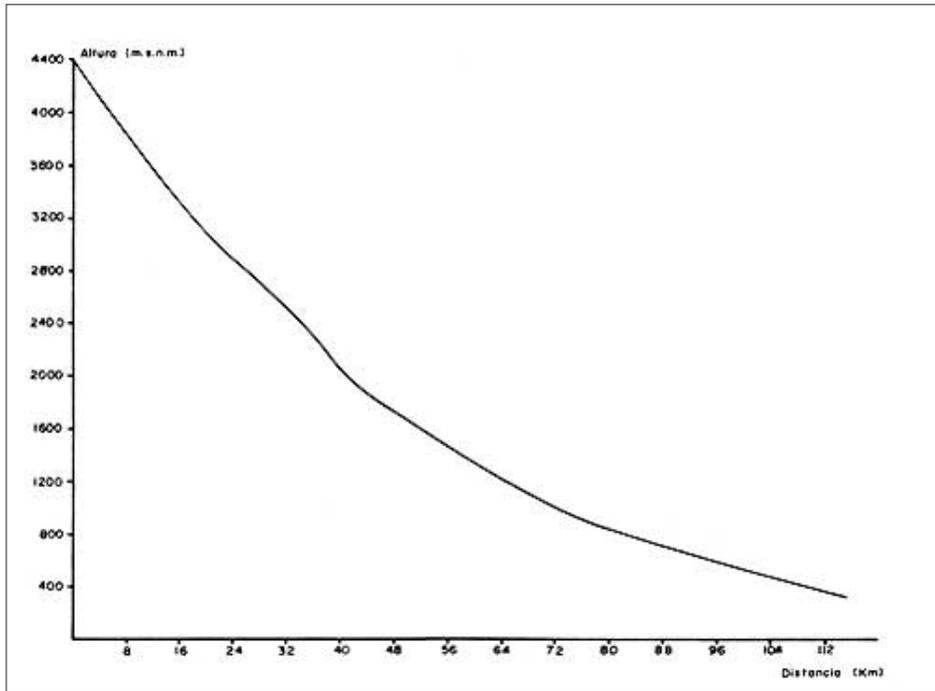


Figura 2. Perfil longitudinal del río Chama hasta la cota 320

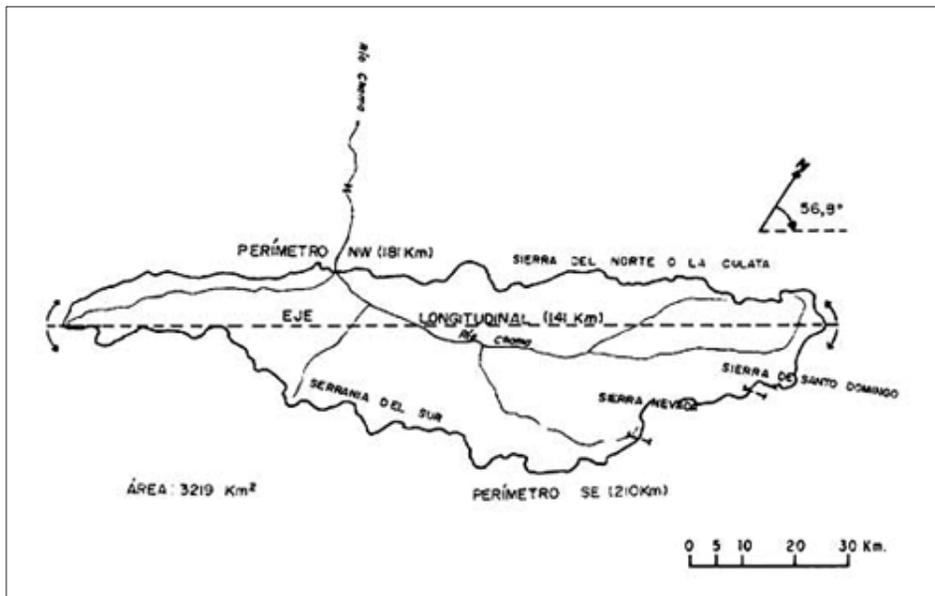


Figura 3. Perímetro y eje longitudinal de la cuenca en estudio.

se halla en la divisoria de las cuencas de los ríos Chama, Santo Domingo y Motatán a una altitud de 4230 msnm y sus coordenadas son 70°49'20" LW y 8°51'15" LN. Con las coordenadas de ambos puntos se obtiene un ázimet de 56,8° para el eje longitudinal de la cuenca.

Otros puntos característicos del perímetro son el extremo septentrional, situado a 8°53'45" LN y 4430 msnm, que es una cima de la subcuenca Mifafí; el extremo occidental situado a 71°54'35" LW y 3640 msnm, que es la máxima altura del Páramo El Rosario y de la subcuenca Mocotíes; y el extremo oriental situado a 70°48'00" LW y 4660 msnm, que es el pico Mucuñuque, el más alto de la Sierra de Santo Domingo y de la subcuenca Mucuchache.

El tramo noroeste del perímetro es desde su extremo nororiental una barrera orográfica formidable que tiene 70 Km continuos sobre 4000 msnm, de los cuales 25 Km se encuentran sobre 4400 msnm. Esta barrera perteneciente a la Sierra del Norte bordea las subcuencas El Aguila, Mifafí, La Toma, La Carbonera, Mucujún y La González. Sólo es interrumpida en la parte norte por la vía El Aguila-Piñango, la carretera asfaltada más alta de Venezuela, que desde El Águila tiene 11 km sobre la cota 4000 y una altitud máxima de 4270 msnm. Del otro lado de la barrera destacan las cuencas altas de los ríos Torondoy y Tucaní, cuyas aguas descienden hacia el Lago de Maracaibo.

Los picos más altos de esta parte de la divisoria son Las Pailas o Mucutisís a

4630 msnm en la subcuenca Mifafí, El Buitre o Micanón a 4640 msnm en la subcuenca La Toma y Pan de Azúcar a 4680 msnm y Agua Blanca a 4650 msnm en la subcuenca Mucujún. Cerca de la divisoria pero en la cuenca del río Torondoy se hallan los picos Los Nevados o Los Caracoles a 4710 msnm y Piedras Blancas a 4740 msnm, que son los más altos de la sierra.

La elevada barrera orográfica finaliza en el páramo de El Campanario. Más adelante, a 2520 msnm, la divisoria de aguas sale de la subcuenca La González y entra a la subcuenca La Sucia. En este punto culmina la Sierra del Norte, la divisoria da un rodeo, interceptando la vía Jají - La Azulita a 2450 msnm, y asciende hasta 3060 msnm en el Páramo El Tambor. Éste es parte de una pequeña serranía de orientación norte - sur, que se ubica entre las ciudades de Lagunillas y La Azulita. Después de esta serranía la divisoria pasa por la aldea de La Trampa a 2200 msnm y continúa su descenso hasta llegar al río Chama en la cota 320.

Luego el perímetro asciende por la margen izquierda del río Mocotíes, corta la carretera entre Tovar y Zea y pasa el Páramo de Mariño. Sigue por los páramos La Negra y El Rosario, interceptando las dos carreteras que existen entre Bailadores y La Grita y la vía Bailadores - Pregonero. Más adelante concluye el tramo noroeste en el punto ya descrito.

Volviendo al extremo nororiental del eje longitudinal, el tramo sureste del perímetro desciende y cruza la carretera

trasandina Mérida - Valera en su punto más alto a 4048 msnm. Luego se mantiene un trecho sobre los 4000 m y desciende a 3560 msnm en el sector Mucubají, donde pasa la carretera trasandina Mérida - Barinas. Este sector es un gran collado topográfico que separa la Sierra del Norte de la Sierra de Santo Domingo.

En este collado la divisoria asciende por la Sierra de Santo Domingo hasta alcanzar al pico Mucuñuque ya mencionado. Seguidamente cambia de rumbo hacia el SO pasando por el morro de Las Ventanas a 4530 msnm y el pico El Morro a 4460 msnm. Las tres cimas anteriores se hallan en la subcuenca Mucuchache. Entrando a la subcuenca Gavidia el perímetro llega a un mínimo de 3650 msnm en el Alto de Micarache, el cual marca la separación en la divisoria entre la Sierra de Santo Domingo y la Sierra Nevada de Mérida.

En la Sierra Nevada el perímetro de la cuenca asciende discretamente por la subcuenca Gavidia hasta llegar a la subcuenca La Mucuy, en cuyo límite alcanza 4340 msnm. En esta subcuenca la divisoria remonta los 4940 msnm del pico Humboldt, donde se inicia la subcuenca Nuestra Señora. Entonces la divisoria desciende hasta alcanzar otra vez un mínimo de 3650 msnm, el cual marca la separación en la divisoria entre la Sierra Nevada y la serranía que le sigue. En el Humboldt la Sierra Nevada se prolonga dentro de la cuenca del Chama presentando los picos Bonpland, La Concha y Bolívar con altitudes ya ci-

tadas, El Toro con 4730 msnm y El León de altura también mencionada.

La Serranía Sur del Chama o Serranía del Sur completa el tramo sureste de la divisoria de aguas. Ambas denominaciones son sugeridas en este estudio, porque ni la cartografía ni la literatura reportan ningún nombre a esta larga serranía compuesta de una serie de páramos. Para muestra, Martínez (1959:22) señala: "A partir del profundo corte del río Nuestra Señora, los ramales suroccidentales de la Sierra Nevada antes de penetrar en el Táchira forman un laberinto de montañas escarpadas y valles aislados..."; Cárdenas (1967:84) indica: "A partir del Páramo de Batallón... se encuentra una cadena de páramos de dirección casi oeste - este, separada de la Sierra Nevada de Mérida por el río Nuestra Señora. Esta cadena de cimas casi todas redondeadas y por encima de los 3000 metros de altitud, desciende bruscamente hacia los valles interiores del norte."; y según Vila (1967), la Sierra Nevada se prolonga por el suroeste con un ramal que continúa hasta el Páramo Las Tapias.

En la Serranía del Sur la divisoria de aguas tiene 151 km de largo y sus puntos más bajos se aproximan a 2700 msnm en la subcuenca Nuestra Señora, 2600 msnm en la subcuenca San Pablo y 2500 msnm en la subcuenca Mocotíes. Desde su separación de la Sierra Nevada destacan en los páramos de esta serranía los picos Apure y El Judío a 3780 msnm, que son las elevaciones máximas; Don Pedro a 3560

msnm, Portachuelo a 3480 msnm, Acequias a 3680 msnm, Minamóm o El Rejo a 3640 msnm, Mucuquí a 3500 msnm, Las Tapias a 3530 msnm y Veriguaca a 3440 msnm. Varias carreteras cruzan esta Serranía, destacando las vías de San José de Acequias - Mucutuy en la subcuenca Nuestra Señora, Estánquez - El Molino en la subcuenca San Pablo y Tovar - Guaraque en la subcuenca Mocotíes.

Las medidas de la divisoria de aguas en las tres sierras y en la Serranía del Sur se indican en el Cuadro 2. La altitud media de cada divisoria se halla de forma ponderada utilizando la altitud media de

cada clase hipsométrica. Por ejemplo, para la Sierra Nevada se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{altitud media} &= ((4670*3) \\ &+ (4200*18) \\ &+ (3820*12))/33) \\ &= 4104,5 \sim 4100 \text{ msnm} \end{aligned}$$

Las tres sierras suman 140 km continuos en la divisoria de aguas y sus altitudes medias son similares. En tanto, la Serranía del Sur tiene 1 km menos de altitud media que las sierras pero posee mayor longitud que ellas. Las cuatro cadenas montañosas suman 291 km en la divisoria del Chama, valor que representa el 74 % del perímetro de la cuenca en estudio.

Cuadro 2. Recorrido de sierras y serranías en la divisoria de la cuenca del Chama.

Sierra del Norte								
Altitud (msnm):	4670	4400	4000	3600	3200	2800	2520	
Longitud (Km):	25,5	49	5	2,5	3	3	Longitud total: 88 Km	
Sierra de Santo Domingo								
Altitud (msnm):	4650	4400	4000	3560				
Longitud (Km):	4	9,5	5,5				Longitud total: 19 Km	
Sierra Nevada de Mérida								
Altitud (msnm):	4940	4400	4000	3650				
Longitud (Km):	3	18	12				Longitud total: 33 Km	
Serranía del Sur								
Altitud (msnm):	3780 3600 3200 2800 2500							
Longitud (Km):	5 44 81,5 20,5							Longitud total: 151 Km
Altitud media: 3090 msnm								

Cuadro 3. Hipsometría progresiva en la cuenca del río Chama hasta la cota 320.

Clases hipsométrica (msnm)	Área en Km ² por clase hipsométrica y para c/ cota del cauce en msnm								
	3600	2880	2320	1840	1430	1040	740	440	320
5000-4800	-	-	-	-	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6
4800-4400	2,8	8,5	9,3	9,5	25,1	25,7	34,4	34,4	34,4
4400-4000	27,0	75,6	98,2	108,8	181,1	188,2	221,3	221,3	221,3
4000-3600	8,6	69,1	128,0	143,7	222,3	239,7	289,0	289,0	289,0
3600-3200	-	33,3	68,2	80,3	135,1	155,4	222,7	228,1	239,3
3200-2800	-	7,9	37,6	54,8	104,4	129,9	257,0	284,1	334,9
2800-2400	-	-	12,3	30,9	83,0	116,0	278,0	362,5	431,2
2400-2000	-	-	0,3	14,7	58,7	105,9	249,2	417,0	502,9
2000-1600	-	-	-	1,9	41,9	95,3	192,1	385,3	482,4
1600-1200	-	-	-	-	5,9	51,8	112,6	231,2	333,1
1200- 800	-	-	-	-	-	5,7	43,7	128,7	245,9
800- 400	-	-	-	-	-	-	1,2	41,2	101,4
400- 320	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2
Cuenca (Km ²):	38,4	194,4	353,9	444,6	858,3	1114,4	1902,8	2624,4	3218,6
Alt. media (m):	4140	3890	3730	3600	3410	3160	2910	2610	2450

Hipsometría general

El mapa base utilizado tiene equidistancia de 400 m entre curvas de nivel, que es adecuada a la escala de trabajo y a la variación altitudinal de la cuenca. Con esa equidistancia resultan 11 clases entre los 4800 y 400 msnm, una entre 4800 y 5000 msnm y otra adicional entre 400 y 320 msnm. Los datos hipsométricos obtenidos para la cuenca del Chama se muestran en el Cuadro 3. Todos los puntos de referencia en el cauce ya han sido identificados en la descripción del recorrido del río. Con esos datos se pueden obtener las alturas centrales de la cuenca en cuestión, las cuales se definen a continuación:

Altitud media. Es la altura promedio de la superficie de la cuenca.

Altitud mediana. Es una altura que divide a la superficie de la cuenca en dos áreas iguales.

Altitud modal. Es la altura más frecuente o la curva de nivel más larga de la cuenca.

Si las alturas centrales fueran iguales, la distribución de áreas sería simétrica y unimodal. En la práctica esta distribución no es simétrica y suele ser unimodal, en cuyo caso la altura mediana es un valor intermedio. Si la altitud media es mayor que la mediana, la distribución de áreas con respecto a la altitud es asimétrica positiva; si la altitud modal es mayor que la mediana, entonces la distribución de áreas es asimétrica negativa.

En forma análoga a como se hizo con el perímetro de la cuenca, la altitud media de cuenca se halla por ponderación. Por ejemplo, para la cuenca que drena hasta la confluencia de las quebradas El Águila y Mifafí se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{altitud media} &= ((4600 * 2,8) \\ &+ (4200 * 27) \\ &+ (3800 * 8,6)) / 38,4 \\ &= 4139,6 \sim 4140 \text{ msnm} \end{aligned}$$

Según los resultados del Cuadro 3, la clase hipsométrica de 4000 a 4400 msnm es la dominante hasta que el río Chama llega a Mucuchíes. Desde esta ciudad hasta la de Ejido la clase dominante es la de 3600 a 4000 msnm. Hasta entonces la distribución de áreas es claramente unimodal, pero el patrón se observa bimodal en la cota 740 del cauce por efecto de la hipsometría de la subcuenca Nuestra Señora, que es analizada posteriormente. Aguas abajo y hasta la cota 320 pasa a dominar la clase de 2000 a 2400 msnm.

La porción de cuenca que drena hasta Mucurubá se corresponde con la denominada "zona del páramo". La curva hipsométrica de esta zona se observa en la Figura 4. Se determina gráficamente que la altitud mediana de la cuenca es de 3780 msnm y que su altitud modal es de 3870 msnm. Como la altitud media es de 3730 msnm, se evidencia que la distribución de áreas con respecto a la altitud es asimétrica negativa, debido al predominio de las mayores altitudes sobre las menores. Esta asimetría es bien manifiesta has-

ta la cota 1040 del Chama, cuando las sierras dominan absolutamente la divisoria de aguas, y se mantiene hasta la cota 850, justo antes de la afluencia del río Nuestra Señora.

Para toda la cuenca en estudio resulta la curva hipsométrica de la Figura 5. En forma similar a lo indicado en la Figura 4, se obtienen para dicha cuenca una altitud mediana de 2340 msnm y una altitud modal de 2090 msnm. Como la altitud media es de 2450 msnm, se evidencia que la distribución de áreas con respecto a la altitud es asimétrica positiva. Esta asimetría es bien manifiesta desde la cota 440 del cauce, aguas abajo de la afluencia del río San Pablo, por la notoria disminución de la altitud en el relieve.

Sobre los 4000 msnm se producen nevadas en las tres sierras y abundan los afloramientos rocosos de la formación precámbrica Sierra Nevada. Los fondos de valle están casi ausentes en las clases hipsométricas más elevadas. Sobre 3600 msnm sólo resaltan el valle de Mifafí, los dos valles superiores de La Toma y los valles iniciales del Mucujún y La González, que son casi inhabitables e incultivables por sus condiciones climáticas severas. En la clase de 3200 a 3600 msnm destacan los valles poblados del río Chama en Apartaderos, de las quebradas Mucuchache y Gavidia y del río La González.

Las áreas sobre 3200 msnm son de páramo. Éste baja a 2800 msnm en algunos sectores de la Serranía del Sur y en la pequeña serranía de El Tambor. La

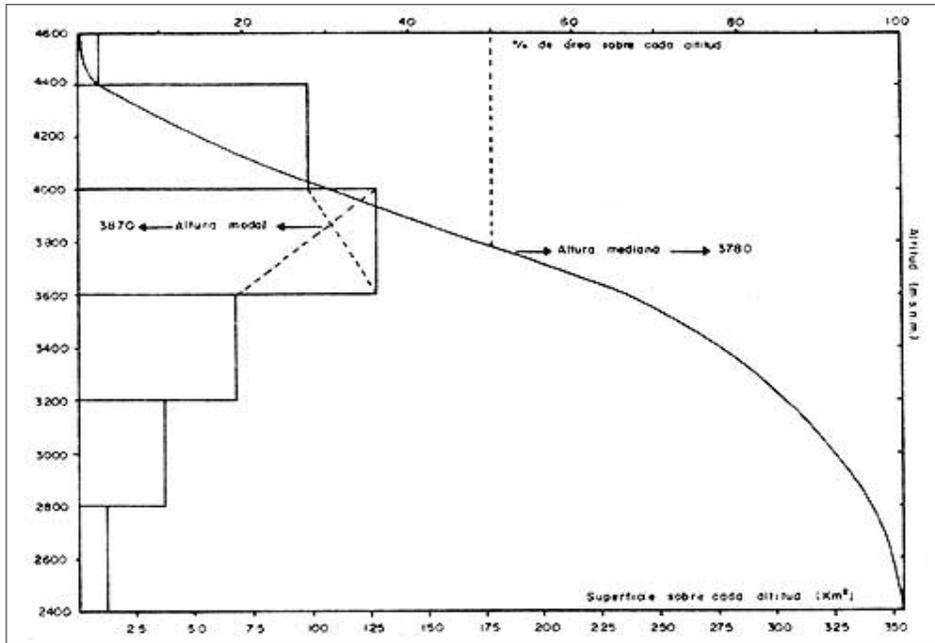


Figura 3. Hipsometría de la cuenca del Chama hasta Mucurubá (zona del páramo)

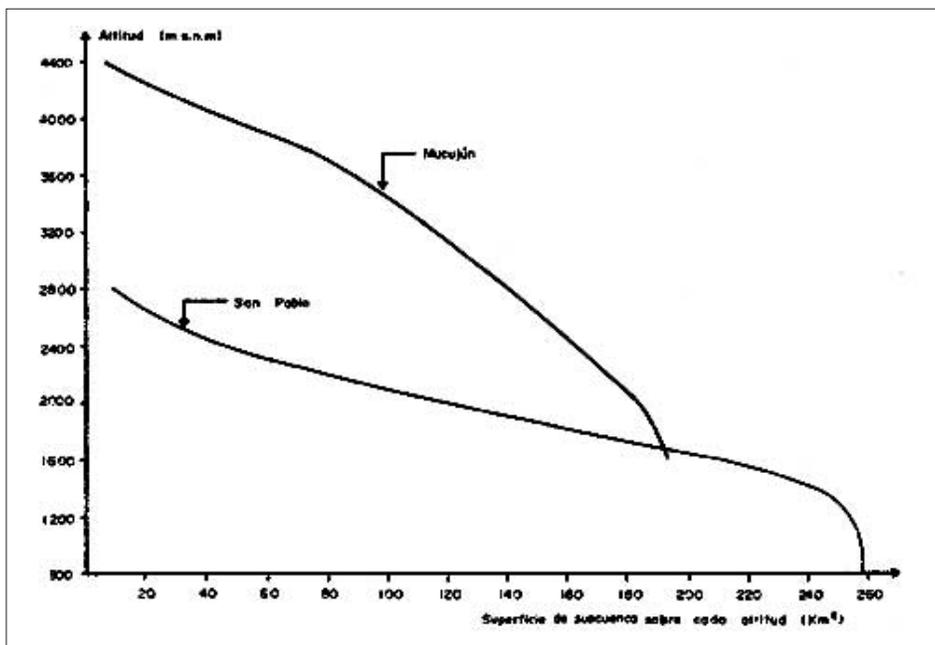


Figura 5. Hipsometría de la cuenca del Chama hasta la cota 320.

planta más conspicua de los páramos es el frailejón o *Espeletia* sp, cuya distribución tiene un techo altitudinal cercano a 4400 msnm. Las vertientes húmedas correspondientes a las clases hipsométricas desde 800 hasta 3200 msnm son generalmente boscosas.

Por otra parte, la población de la cuenca está concentrada en las ciudades de Mérida, Ejido y Tovar. La primera se localiza entre las cotas 1200 y 2000 y las otras entre las cotas 800 y 1200. Las áreas agrícolas se concentran en el valle del Chama, sector Mucuchies entre 2800 y 3200 msnm y sector San Juan entre 800 y 1200 msnm; y en el valle del Mocoties, sector Bailadores entre 1600 y 2400 msnm. También existe mucha actividad agrícola dispersa en las vertientes de la cuenca.

Hipsometría de subcuencas

Se analiza la hipsometría de las cuatro mayores subcuencas del Chama. Las áreas entre curvas de nivel de cada subcuenca se indican en el Cuadro 4 y las curvas hipsométricas correspondientes se muestran en las figuras 6 y 7.

La subcuenca Mucujún tiene una marcada asimetría negativa que refleja un claro predominio de las altitudes mayores sobre las menores. Su altitud modal es muy elevada y su curva hipsométrica resulta convexa, según se aprecia en la Figura 6. Se trata de una cuenca de alta montaña cuya orografía está determinada por la Sierra del

Norte. El 60 % de su superficie se halla sobre 3200 msnm, que es un área de páramo, y 25 % se halla sobre 4000 msnm, que es un área de nevadas, lo que le confiere un gran atractivo escénico y recreativo. Las áreas de vocación agrícola se concentran a la margen derecha del río entre 2000 y 2800 msnm. No obstante, las actividades agrícolas, urbanas y turísticas están reguladas para adecuar el abastecimiento de agua a la ciudad de Mérida.

La subcuenca Nuestra Señora muestra una amplia variación altitudinal y una distribución de áreas casi simétrica. Su curva hipsométrica se aprecia en la Figura 7. Es una cuenca de valles profundos y estrechos por lo que su hipsometría sólo está determinada por las vertientes. El clima relativamente seco de la subcuenca incide en que las áreas de páramo disminuyan hasta los 2800 msnm, lo que representa un 37 % del área total. El área por encima de 4000 msnm constituye apenas el 5 % del área total pero incluye a las principales elevaciones de la Sierra Nevada de Mérida. La orografía de esta subcuenca está dominada por la Serranía del Sur.

La subcuenca San Pablo presenta una distribución de áreas con asimetría positiva moderada. Su curva hipsométrica se observa en la Figura 6 y tiene un gran contraste con la curva del Mucujún. A semejanza de la subcuenca Nuestra Señora, la hipsometría depende solo de las vertientes y el clima es relativamente seco. Las áreas por encima

Cuadro 4. Datos hipsométricos de las principales subcuencas del río Chama.

Clases hipsométricas (msnm)	Mucujún (Km ²)	Nuestra. Señora (Km ²)	San Pablo (Km ²)	Mocotíes (Km ²)
5000-4800	-	0,8	-	-
4800-4400	6,6	8,7	-	-
4400-4000	41,4	21,2	-	-
4000-3600	40,1	28,6	-	-
3600-3200	27,3	50,0	-	11,2
3200-2800	23,8	113,2	9,2	50,8
2800-2400	24,0	147,9	36,9	66,7
2400-2000	20,6	124,4	74,8	75,9
2000-1600	9,1	70,2	93,6	84,5
1600-1200	0,9	29,2	39,5	85,7
1200- 800	-	6,6	3,4	94,5
800- 400	-	-	0,6	37,7
400- 320	-	-	-	0,5
Área total (Km ²):	193,8	600,8	258,0	507,5
Altitud máxima (msnm):	4680	5000	3250	3640
Altitud mínima (msnm):	1430	840	480	320
Altitud media (msnm):	3330	2630	2000	1810
Altitud mediana (msnm):	3480	2590	1960	1760
Altitud modal (msnm):	4010	2560	1900	1150
Tipo de simetría:	negativa	positiva	positiva	positiva

de 2800 msnm ocupan apenas el 4 % del área total y en parte son de páramo. La orografía de la subcuenca San Pablo está determinada exclusivamente por la Serranía del Sur y el relieve es accidentado hasta la misma desembocadura, que está guardada por las empinadas laderas de San Pablo.

La subcuenca Mocotíes tiene una distribución de áreas bastante uniforme y ello se denota en la linealidad de su curva hipsométrica, que se representa en la Figura 7. Esta subcuenca es mucho más baja que la subcuenca Nuestra Señora, de hecho sólo 40 % de la subcuenca Mocotíes se halla so-

bre la cota 2000, mientras que 82 % de la otra subcuenca está por encima de la misma cota. La baja altitud modal de la subcuenca Mocotíes refleja un claro predominio de las altitudes menores sobre las mayores. En esta característica inciden el desarrollo del valle longitudinal y la vertiente izquierda mucho más baja que la derecha. Esta última es la vertiente más extensa y deriva de la Serranía del Sur. En las vertientes húmedas entre 1200 y 2800 msnm persisten zonas de selva nublada. Las áreas sobre 3000 msnm son de páramo y constituyen apenas el 7 % del área total de la subcuenca.

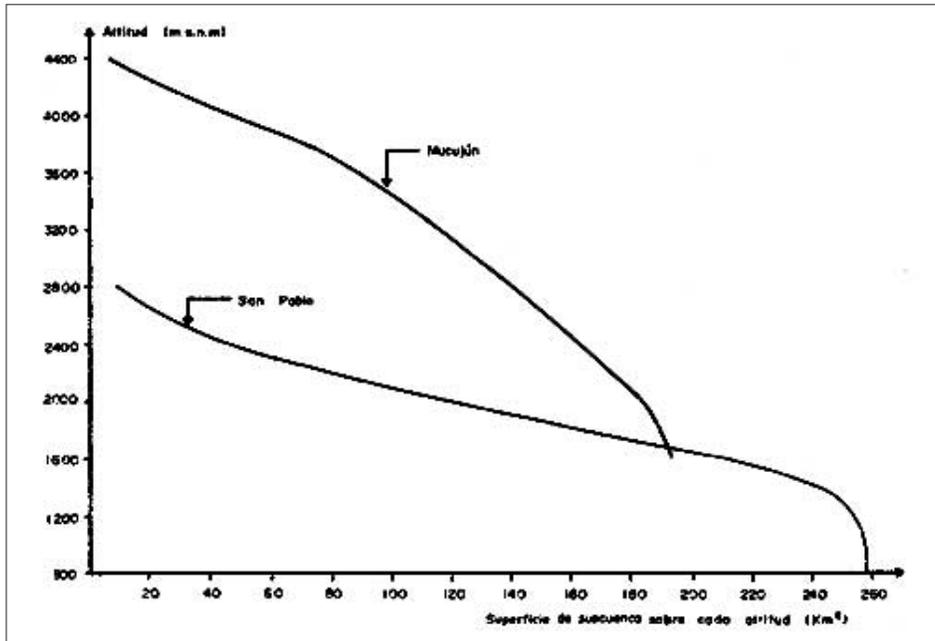


Figura 6. Hipsometría de las subcuencas Mucujún y San Pablo.

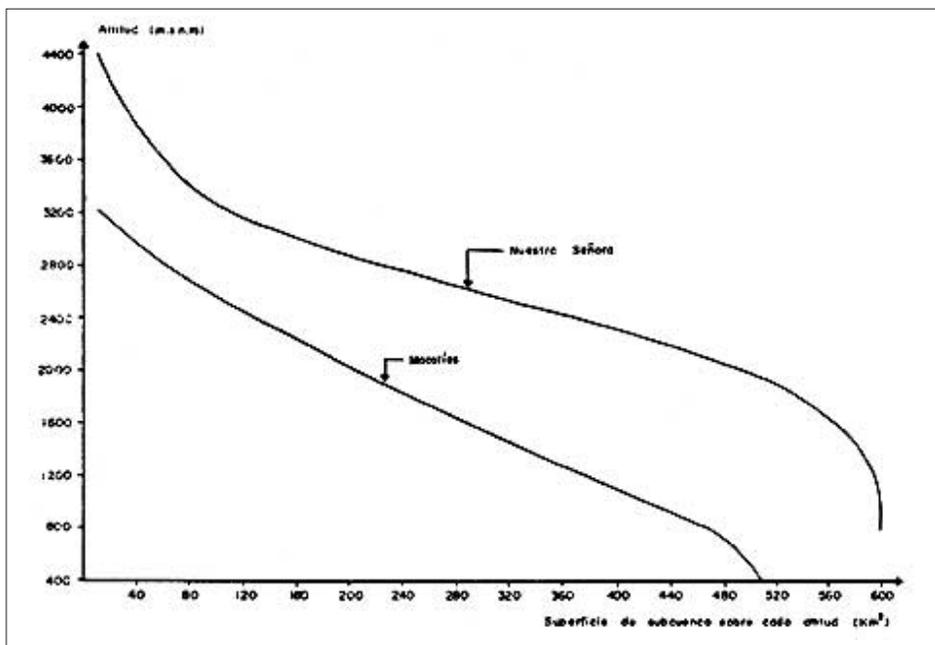


Figura 7. Hipsometría de las subcuencas Nuestra Señora y Mocoties.

Elementos climáticos asociados con la altitud

La temperatura del aire y la presión atmosférica dependen fundamentalmente de la altitud. Los datos climáticos estimados para la cuenca del Chama se muestran en el Cuadro 5.

Las tres temperaturas del aire se han estimado con las relaciones siguientes:

Temperatura mínima absoluta

$$= 20,1 - (0,0074 * z),$$

Temperatura media anual

$$= 28,1 - (0,0060 * z),$$

Temperatura máxima absoluta

$$= 40,1 - (0,0062 * z),$$

donde z es la altitud en msnm y las temperaturas se expresan en °C.

Las ecuaciones de temperatura se obtienen por regresión lineal mediante los datos de las estaciones del Cuadro 6. La estación Santo Domingo no pertenece a la cuenca pero se tomó en lugar de la estación Hacienda El Carmen, que está a similar altitud pero tiene pocos años de registro térmico. La temperatura del aire en cada estación ha sido medida a campo abierto y con abrigo meteorológico. La variación de temperatura es propia de un régimen isotérmico tropical en que la variación diurna de temperatura es más importante que la variación intermensual.

Por otra parte, la presión atmosférica media del Cuadro 5 se ha obtenido preliminarmente con la ecuación:

$$P = 1014 * ((301,1 - 0,0060 * z) / 301,1)^{5,858},$$

Cuadro 5. Valores climáticos para los límites de las clases hipsométricas.

Altitud (msnm)	Temperaturas del aire (°C)			Presión atmosférica media		Presión parcial media del oxígeno	
	Mínima absoluta	Media anual	Máxima absoluta	(mb)	(mmHg)	(mmHg)	(%)
0	20,1	28,1	40,1	1014	761	176	100
320	17,7	26,2	38,1	977	733	170	96
400	17,1	25,7	37,6	968	726	168	95
800	14,2	23,3	35,1	923	692	160	91
1200	11,2	20,9	32,7	880	660	153	87
1600	8,3	18,5	30,2	839	629	146	83
2000	5,3	16,1	27,7	799	599	139	79
2400	2,3	13,7	25,2	761	571	132	75
2800	-0,6	11,3	22,7	724	543	126	71
3200	-3,6	8,9	20,3	689	517	120	68
3600	-6,5	6,5	17,8	656	492	114	65
4000	-9,5	4,1	15,3	623	467	108	61
4400	-12,5	1,7	12,8	592	444	103	58
4800	-15,4	-0,7	10,3	563	422	98	55
5000	-16,9	-1,9	9,1	548	411	95	54

Cuadro 6. Temperaturas características de estaciones climatológicas.

Estación	Altitud (msnm)	Período	Temperaturas del aire en °C		
			Mínima abs.	Media	Máxima abs.
Pico Espejo	4 765	-	-	- 0,6	8,9
Mucubají	3 550	1 969 - 79	- 7,1	5,8	19,2
Mucuchíes	2 980	1 951 - 67	-	11,5	24,0
Santo Domingo	2 155	1 958 - 80	6,2	15,5	25,6
Mérida - Aeropuerto	1 479	1 951 - 80	9,2	18,9	31,6
Lagunillas	1 079	1 951 - 70	11,4	22,3	34,4
Tovar	952	1 968 - 79	12,6	21,4	32,0
Coeficiente de correlación lineal con la altitud:			0,99	0,99	0,98

donde 1014 es una presión media su- puesta al nivel del mar, expresada en mb; 301,1 es la temperatura media al nivel del mar expresada en K, de manera que el numerador de la fracción es la misma relación de temperatura media; y 5,858 es un exponente obtenido con el prome- dio de 851 mb en la estación Mérida - Aeropuerto situada a 1479 msnm. Aun- que dicha expresión es análoga a la de la atmósfera estándar, sólo se ha plantea- do para estimar la presión atmosférica media en la cuenca del Chama.

La presión del oxígeno se obtiene con la proporción peso/peso que tiene ese elemento en el aire seco, que es de 23,14 %. Tal presión al nivel del mar sería de 176 mmHg. A gran altura es notoria- mente baja la presión de oxígeno, lo que puede producir un síndrome denomina- do hipoxia por altitud o mal de páramo si no hay buena aclimatación del orga- nismo humano.

El Cuadro 5 evidencia una variación importante de cada elemento climático con la altitud. Entre las cotas 320 y 5000

hay una diferencia de 28 °C en la tem- peratura media anual, de 430 mb en la presión atmosférica media y de 75 mmHg en la presión parcial de oxígeno. A más de 2800 msnm la temperatura puede bajar de 0 °C y la mínima absoluta pue- de ser aún menor a la tabulada cuando se considera el efecto del viento. A 3000 msnm la presión atmosférica y la presión parcial de oxígeno son el 70 % de los valores correspondientes a nivel del mar, mientras a 4200 msnm equivalen al 60 % de los mismos.

Pisos térmicos

Andressen y Ponte (1973) utilizan am- plitudes de 4 ó 5 °C para delimitar 7 pi- sos térmicos en la cuenca del río Chama: tropical o caliente, subtropical, temple- do, frío, páramo frío, páramo muy frío y hielos perpetuos. Esta clasificación es si- milar a la que Marrero (1964) determi- na para Venezuela pero ésta presenta una sola categoría de páramo. La prime-

ra clasificación para los Andes venezolanos, basada en mediciones de temperaturas, es la de Jahn (1934), quien define cuatro zonas altitudinales o biológicas: tropical, subtropical, subalpina y alpina, a cuyos límites determina temperaturas media anual, medias extremas y extremas. En estas clasificaciones las denominaciones de tales pisos o zonas son discutibles porque no son realmente térmicas ni altitudinales.

Los pisos térmicos para la cuenca del río Chama se pueden replantear mediante la relación de temperatura media en función de la altitud y escogiendo una amplitud apropiada de temperatura. En este estudio se adopta una amplitud constante de 5 °C desde 28 °C de temperatura media al nivel del Lago de Maracaibo, para así definir los pisos térmicos caluroso, fresco, templado, frío, muy frío y gélido, que se presentan en el Cuadro 7 y se describen a continuación del mismo.

Piso caluroso. Temperaturas generalmente comprendidas entre 20 y 35 °C. Las casas requieren materiales refrescantes, gran altura, buena ventilación y áreas verdes circundantes. Localidades típicas: Estanques, Santa Cruz de Mora. Localidades muy calurosas: El Vigía, Puerto Chama.

Piso fresco. Temperaturas generalmente comprendidas entre 14 y 30 °C. La precipitación tiende a aumentar con la altitud por efecto orográfico. Localidades típicas: La Parroquia de Mérida, Ejido, San Juan, Lagunillas y La Playa de Tovar.

Piso templado. Temperaturas generalmente comprendidas entre 8 y 25 °C. Suele contener el máximo orográfico de precipitación. La chimenea es útil en las noches de los meses más fríos. Se debe prevenir el exceso de humedad en las viviendas. Localidades típicas: Cacute, San Javier del Valle, Santa Rosa de Mérida, La Trampa, Las Tapias.

Piso frío. Temperaturas mayormente

Cuadro 7. Pisos térmicos para la cuenca del río Chama.

Altitud (msnm)	Piso térmico	Temperatura media (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)
0	CALUROSO	28	20	40
850	FRESCO	23	14	35
1650	TEMPLADO	18	8	30
2500	FRÍO	13	2	25
3350	MUY FRÍO	8	- 5	19
4200	GÉLIDO	3	- 11	14
5000		- 2	- 17	9

comprendidas entre 2 y 19 °C. La precipitación tiende a disminuir con la altitud. La chimenea es necesaria todo el año. Escarcha en amaneceres más fríos. Localidades típicas: La Toma, Mucuchíes, Gavidia, La Culata.

Piso muy frío. Temperaturas mayormente comprendidas entre -5 y 14 °C. Es esencial la calefacción nocturna. Escarchas frecuentes. Precipitación ocasional de aguanieve o nieve. Localidades típicas: Mucubají, Llano del Hato, valle de Mifafí, paso El Águila o El Cóndor.

Piso gélido. Temperaturas mayormente comprendidas entre -11 y 9 °C y bajan de 0°C en las madrugadas. Temperatura media bajo 0 °C arriba de los 4680 msnm. Está inhabitado y es incultivable. Se presentan varias a numerosas nevadas al año. Localidades típicas: páramos y picos más altos de las sierras merideñas.

El piso caluroso es evidentemente megatérmico, mientras que los pisos fresco y templado son mesotérmicos y los pisos frío, muy frío y gélido son naturalmente microtérmicos. En la Figura 8 se muestran los pisos térmicos y las gráficas de las ecuaciones que relacionan temperaturas características con la altitud.

Con las curvas hipsométricas que se derivan de los datos de los cuadros 3 y 4 se pueden obtener las áreas de los diferentes pisos térmicos para las cuencas parciales y subcuencas del caso. Por ejemplo, la extensión de los pisos térmicos en la subcuenca Nuestra Señora queda así: 3 % gélido, 11 % muy frío, 41 % frío, 38 % templado y 7 % fresco; en la subcuenca Mocotíes queda así: 1 % muy frío, 21 % frío, 33 % templado, 35 % fresco y 10 % caluroso. Más adelante se presentan otros ejemplos para la cuenca del Chama.

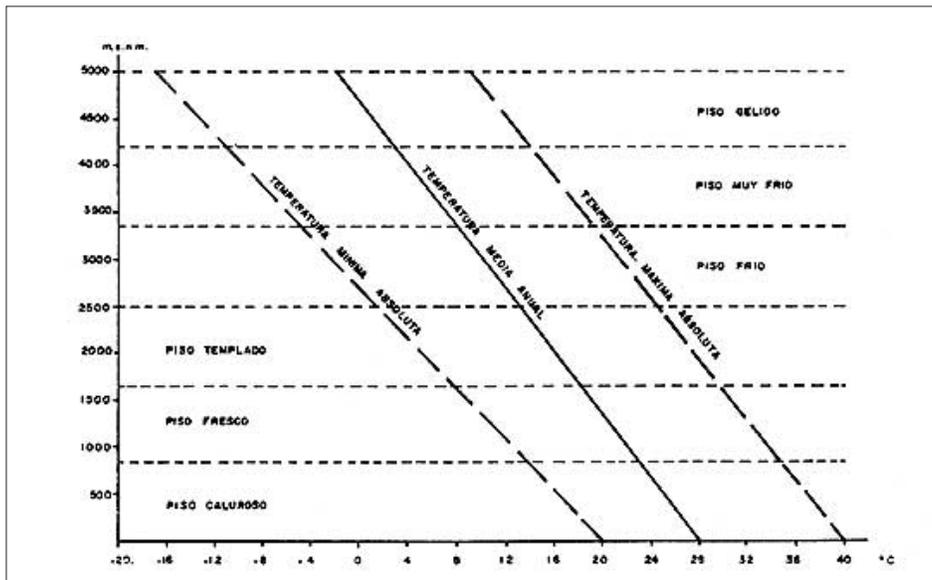


Figura 8. Rangos de variación altitudinal y térmica de los pisos definidos en la cuenca.

Distinción entre cuenca alta, media y baja

Perrin (1965) señala que por distintas razones se puede dividir una cuenca en zonas y que a menudo se establecen en función del perfil longitudinal del cauce. Tales zonas se justifican en su individualidad y homogeneidad. En otro planteamiento, el sistema fluvial idealizado por Schumm (1977) contempla tres zonas en una cuenca atendiendo a la dinámica de los sedimentos: la 1, donde predomina la producción de sedimentos y agua; la 2, donde predomina el transporte de ambos; y la 3, caracterizada por la deposición de los sedimentos.

La hipsometría, el perfil longitudinal del río y aún la orografía y el clima se utilizan aquí para dividir la cuenca del río Chama en alta, media y baja. Como resultado se propone que la cuenca alta llega hasta la desembocadura del río La González en la cota 740 del Chama, mas no incluye la quebrada La Sucia que desemboca inmediatamente después de ese río. En esta propuesta, la cuenca baja comprende el área de drenaje posterior a la afluencia del río Mocotíes, de manera que el área objeto de estudio abarca toda la cuenca alta y media del Chama. La diferenciación de las tres porciones de cuenca se presenta en el Cuadro 8.

La cuenca alta es la más extensa. En ella los valores de pendiente media para el cauce del Chama son superiores al 2 % y son acordes con un régimen torrencial propio de cuencas altas, mien-

tras que la cuenca media el cauce tiene pendientes menores. La orografía es muy distinta entre las cuencas alta y media y la diferencia entre sus altitudes máximas y medias es evidente. Las tres sierras quedan completamente incluidas en la cuenca alta. Además ésta contiene todas las áreas medidas con más de 3600 msnm.

Se aprecia que esta división de la cuenca se ajusta al esquema de Pierrin (1965), resultando que la cuenca alta y media constituyen la zona 1 de Schumm (1977) y que la cuenca baja engloba las zonas 2 y 3, lo cual podría ser un patrón similar para otras cuencas.

La curva hipsométrica de la cuenca alta y la de la cuenca media se presentan en la Figura 9. La diferencia entre ambas curvas es bien manifiesta por el paralelismo que hay entre ellas, lo cual es otro argumento a favor de la distinción entre ambas partes de la cuenca. Con estas curvas se pueden hallar las áreas de los pisos térmicos y se presentan en el Cuadro 9.

En cuanto a subcuencas, la Figura 6 ya presentada, permite comparar la curva hipsométrica de la subcuenca Mucujún en la cuenca alta con la de la subcuenca San Pablo en la cuenca media. Igualmente, la Figura 7 antes presentada, permite comparar la curva hipsométrica de la subcuenca Nuestra Señora en la cuenca alta con la de la subcuenca Mocotíes en la cuenca media. En ambos casos las diferencias son evidentes en cuanto alturas y forma de las curvas.

Cuadro 8. Datos comparativos de la cuenca alta, media y baja del río Chama.

Partes de la cuenca:	Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja
Cota máxima del río (msnm):	4 400	740	320
Cota mínima del río (msnm):	740	320	0
Área de drenaje (Km ²):	1 903	1 315	-
Subcuencas más extensas:	Nuestra Señora Mucujún	Mocotíes San Pablo	-
Ciudad principal:	Mérida	Tovar	El Vigía
Pendiente media a cauce lleno (%):	8,0 a 2,3	2,0 a 1,3	1,6 a 0,2
Cadena orográfica dominante:	Sierra	Serranía	Estribación
Clase hipsométrica más extensa (msnm):	3 600-4 000 (289 Km ²)	1 600-2 000 * (290 Km ²)	-
Altitud máxima (msnm):	5 000	3 640	2 040
Altitud media (msnm):	2 910	1 780	-
Área sobre 3 600 msnm (Km ²):	546	0	0
Área sobre 2 000 msnm (Km ²):	1 553	501 *	0
Pisos térmicos más extensos: **	muy frío y frío (1 100 Km ²)	templado y fresco (980 Km ²)	cálido -
Piso térmico más elevado: **	gélido (130 Km ²)	muy frío (10 Km ²)	templado -

* ver Cuadro 10 ** ver Cuadro 9

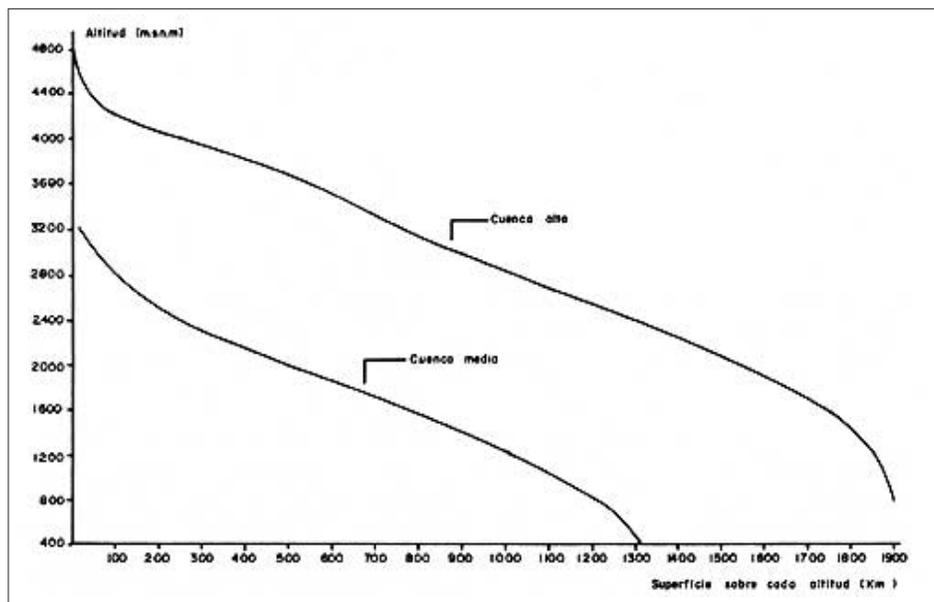


Figura 9. Hipsometría de las cuencas alta y media del río Chama.

Cuadro 9. Pisos térmicos en la cuenca alta y media del río Chama.

Piso térmico	Cuenca alta		Cuenca media		Ambas	
	(Km ²)	(%)	(Km ²)	(%)	(Km ²)	(%)
GÉLIDO	130	7	0	0	130	4
MUY FRÍO	560	29	10	1	570	18
FRÍO	540	28	200	15	740	23
TEMPLADO	490	26	550	42	1 040	32
FRESCO	180	10	430	32	610	19
CALUROSO	0	0	130	10	130	4
Totales :	1 900	100	1 320	100	3 220	100

Sectorización de la cuenca alta y media del río Chama

Si se toma la distancia entre la cota 740 del río Chama y el collado de Mucubají, se puede subdividir la cuenca alta en tres sectores o tercios: el superior o zona del páramo, que comprende la cuenca desde el nacimiento del río hasta el poblado de Mucurubá; el tercio medio, que es el área de drenaje aguas abajo de Mucurubá hasta incluir la desembocadura del río Mucujún, y el tercio inferior que es el área de drenaje que continúa a la anterior hasta incluir la desembocadura del río La González. Los tres sectores de la cuenca alta se muestran en la Figura 10.

La cuenca media se puede dividir en una porción superior, que es el área de drenaje entre la cuenca alta y la citada cota 440 del Chama junto a Estanques; y otra inferior con drenaje en sentido contrario hasta incluir la desembocadura del río Mocotíes en la cota 320. Ambos sectores se presentan en la Figura 11. Adicionalmente, la cuenca baja queda

con dos sectores separados por el puente que cruza al río Chama en El Vigía: el superior, que es una transición entre la cuenca media y la planicie aluvial y que equivale a la zona 2 de Schumm (1977), y el inferior que es la planicie y equivale a la zona 3 del mismo autor.

Los datos hipsométricos de los sectores hidrográficos de la cuenca alta y media se indican en el Cuadro 10. Las cifras de este cuadro se han obtenido con las cifras del Cuadro 3.

El área de los sectores de la cuenca alta va en aumento por el ensanchamiento progresivo de la cuenca del Chama, en cambio la extensión de los sectores de la cuenca media va en descenso. Con los datos del Cuadro 10 se pueden obtener las curvas hipsométricas de cada sector y con ellas las áreas de los pisos térmicos presentes.

En relación a la distribución de áreas, los tercios superior y medio de la cuenca alta tienen la misma clase modal y una evidente asimetría negativa, mientras el último tercio tiene una asimetría posi-

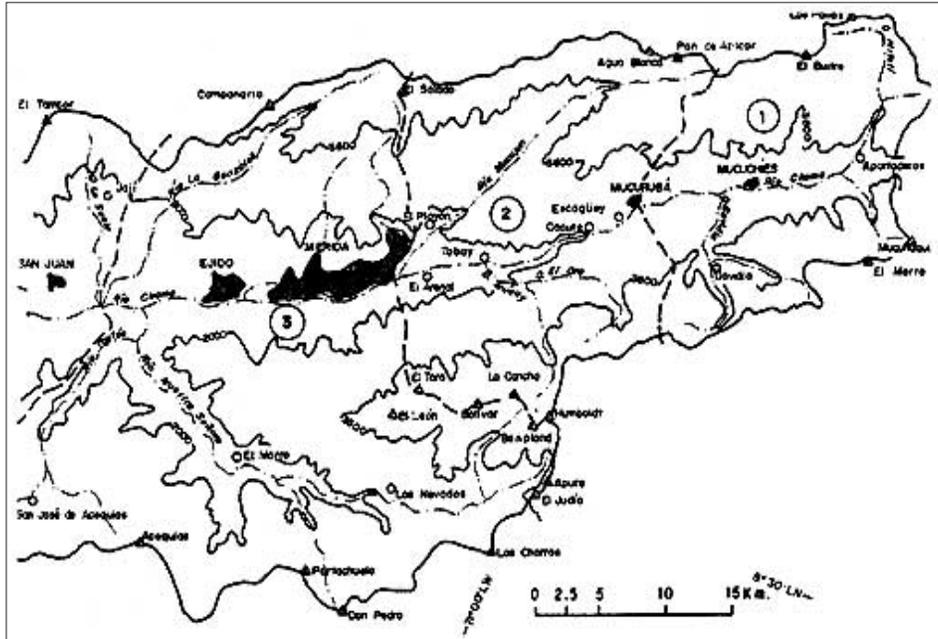


Figura 10. Sectores hidrográficos de la cuenca alta del río Chama

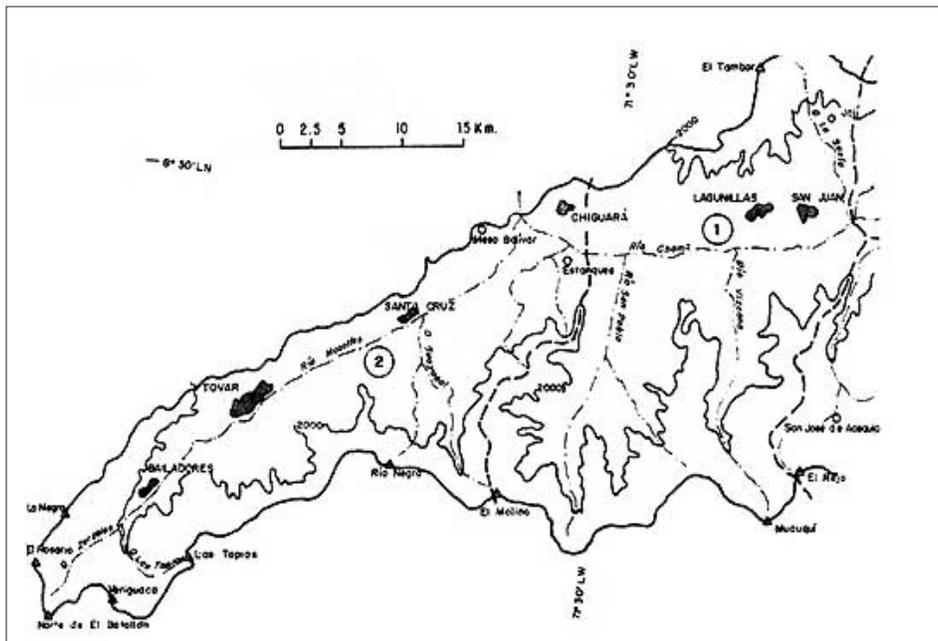


Figura 11. Sectores hidrográficos de la cuenca media del río Chama

Cuadro 10. Hipsometría de los sectores de la cuenca alta y media del río Chama.

Clases hipsométricas (msnm)	Tercio superior (Km ²)	Tercio medio (Km ²)	Tercio inferior (Km ²)	TOTAL C. Alta (Km ²)	Sector superior (Km ²)	Sector inferior (Km ²)	TOTAL C. Media (Km ²)
5000-4800	-	0,8	0,8	1,6	-	-	-
4800-4400	9,3	15,8	9,3	34,4	-	-	-
4400-4000	98,2	82,9	40,2	221,3	-	-	-
4000-3600	128,0	94,3	66,7	289,0	-	-	-
3600-3200	68,2	66,9	87,6	222,7	5,4	11,2	16,6
3200-2800	37,6	66,8	152,6	257,0	27,1	50,8	77,9
2800-2400	12,3	70,7	195,0	278,0	84,5	68,7	153,2
2400-2000	0,3	58,4	190,5	249,2	167,8	85,9	253,7
2000-1600	-	41,9	150,2	192,1	193,2	97,1	290,3
1600-1200	-	5,9	106,7	112,6	118,6	101,9	220,5
1200- 800	-	-	43,7	43,7	85,0	117,2	202,2
800- 400	-	-	1,2	1,2	40,0	60,2	100,2
400- 320	-	-	-	-	-	1,2	1,2
Totales (Km²)	353,9	504,4	1044,5	1902,8	721,6	594,2	1315,8
Altitud media (msnm)	3730	3190	2500	2910	1820	1730	1780

va y hace bimodal la distribución de áreas de la cuenca alta. En tanto, los sectores de la cuenca media presentan asimetría positiva pero diferente clase modal, sin embargo toda la cuenca media resulta con una distribución unimodal.

En la cuenca alta, el tercio superior o zona del páramo se caracteriza por sus bajas presiones y temperaturas. El principal centro poblado es Mucuchíes, capital de municipio que está a 2900 msnm. Otros poblados importantes son Mucurubá a 2400 msnm y San Rafael de Mucuchíes a 3150 msnm. El poblado más alto con varias calles es Llano del Hato a 3550 msnm y da su nombre al

Observatorio Astrofísico adyacente. La casa habitada más alta se halla en la subcuenca El Águila a 3800 msnm, cota que es el límite superior de los cultivos de la zona. Posee 108 Km² sobre la cota 4000, área equivalente al 30 % del área de este sector. Los picos más altos son Mucuñuque en la Sierra de Santo Domingo; y El Buitre y Las Pailas en la Sierra del Norte. Un corte transversal del sector se presenta en la Figura 12.

El tercio medio tiene como único río afluente al Mucujún. Sus centros urbanos son pequeños, destacando Tabay, capital de municipio, y El Arenal, Cacute y Escagüey, todos situados a orillas del río

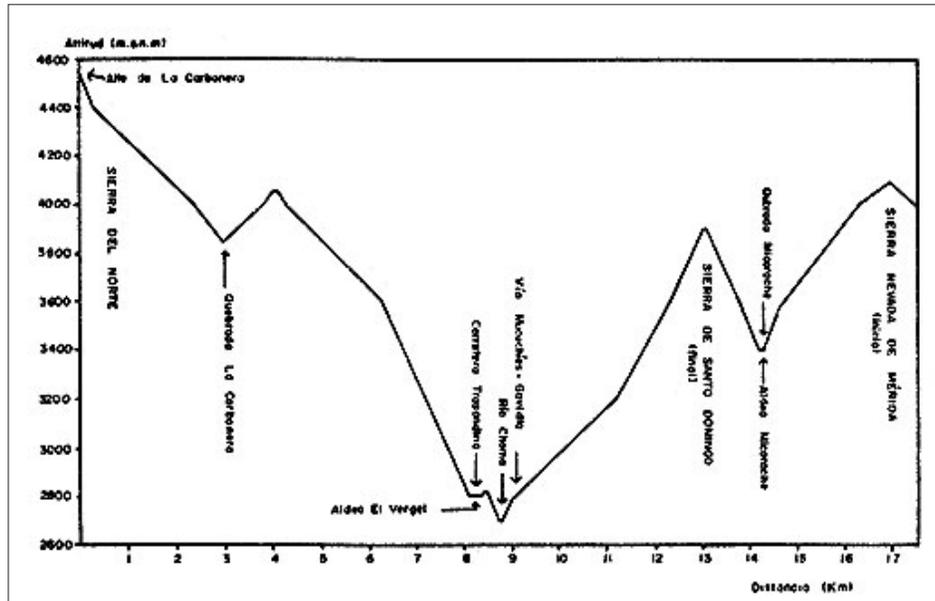


Figura 12. perfil transversal en el tercio superior de la cuenca alta.

Chama; también El Playón, ubicado en la subcuenca Mucujón. El sector habitado más alto es La Culata que pertenece a esa subcuenca. Posee 100 km² sobre la cota 4000. Destacan los picos Humboldt, Bonpland, La Concha y Bolívar en la Sierra Nevada; y Pan de Azúcar y Agua Blanca en la Sierra del Norte. Un corte transversal del sector se muestra en la Figura 13.

El tercio inferior es el sector más poblado de toda la cuenca debido a las ciudades de Mérida, capital de estado, y Ejido, importante capital de municipio. El sector habitado más alto es el páramo de La González. A este tercio pertenecen los ríos Albarregas, La González y Nuestra Señora. Posee 50 km² sobre la cota 4000 e incluye los 6 picos principales de la Sierra Nevada y otros de la Sierra del Norte como El Salado y El Campanario.

Un corte transversal de este tercio se presenta en la Figura 14.

En la cuenca media, el sector superior contiene las ciudades de Lagunillas y San Juan y el poblado de Jají, que están en la margen derecha del Chama. En la margen izquierda del río apenas destaca Pueblo Nuevo del Sur. Por esta margen desembocan los ríos La Vizcaina y San Pablo. Los picos más altos son El Rejo y Mucuquí en la subcuenca Vizcaina.

El sector inferior contiene las ciudades de Tovar, Santa Cruz de Mora y Bailadores en la subcuenca Mocotíes. Ésta ocupa el 85 % del área del sector. También se cuentan los centros poblados de Chiguará y Mesa Bolívar, que se hallan en las vertientes situadas a lado y lado de la desembocadura del río Mocotíes. Los picos más altos son El Rosario y Las Tapias.

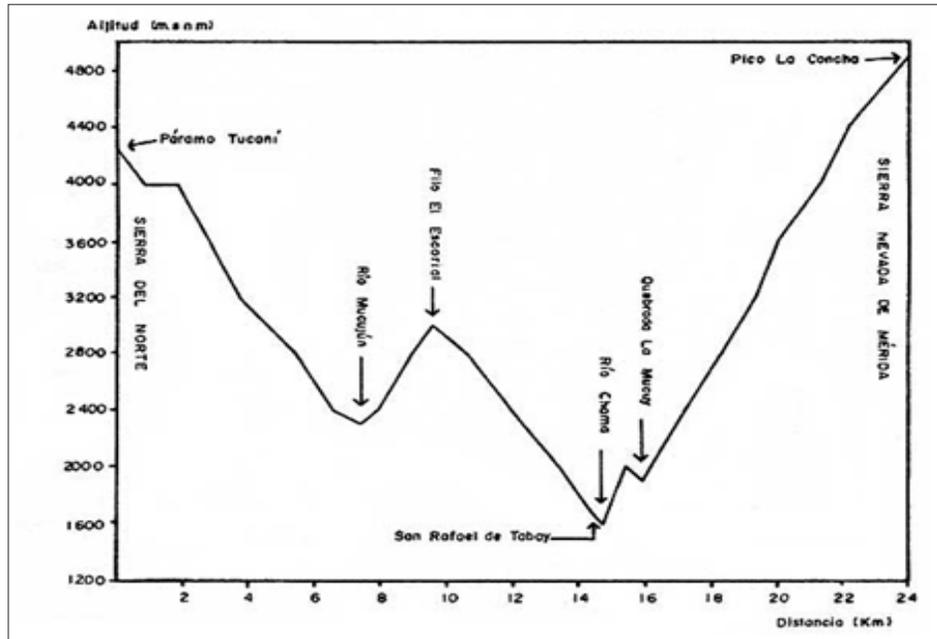


Figura 13. Perfil transversal en el tercio medio de la cuenca alta.

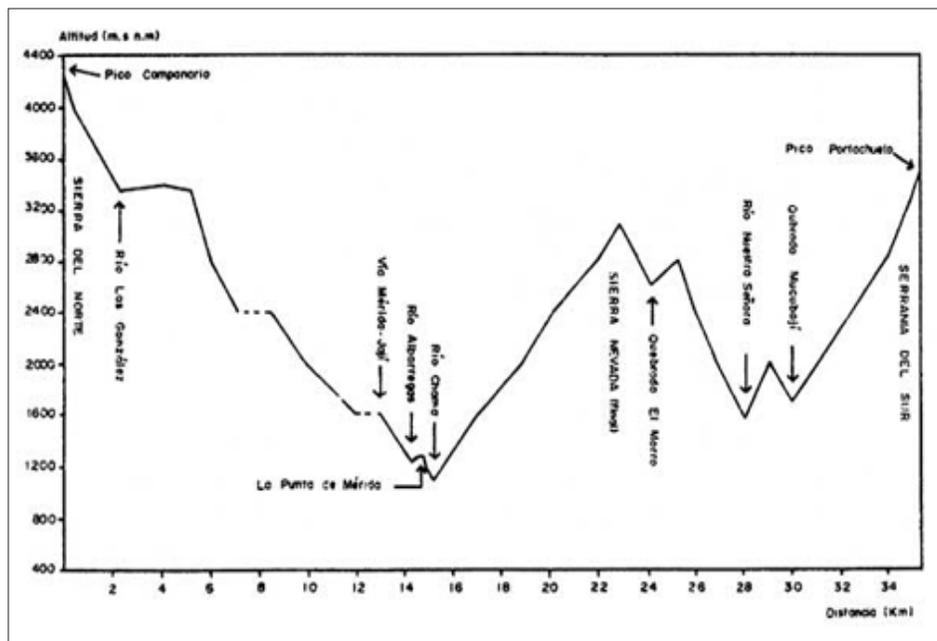


Figura 14. Perfil transversal en el tercio inferior de la cuenca alta.

Conclusiones

1. El río Chama tiene 7 ríos tributarios: Mucujún, Albarregas y La González, por la margen derecha; y Nuestra Señora, Vizcaina, San Pablo y Mocotíes por la margen izquierda. Además los ríos Nuestra Señora y Mocotíes tienen 1 río tributario cada uno, Tostós y Guayabal, respectivamente. El río más largo es el Mocotíes con 54 km.
2. La subcuenca más extensa en la cuenca del Chama es la del río Nuestra Señora que tiene 601 km². Le sigue la del Mocotíes con 508 km². Por tanto el río Nuestra Señora es considerado el tributario más importante, a pesar de que el río Mocotíes es más largo.
3. El río Chama se considera torrencial hasta la cota 740 de su cauce, sector La González, porque en 84 km de recorrido presenta pendientes a cauce lleno superiores al 2 %.
4. El eje longitudinal de la cuenca del Chama está definido en un extremo por la divisoria común con las cuencas de los ríos Uribante y La Grita, y en el otro extremo, por la divisoria común con las cuencas de los ríos Motatán y Santo Domingo.
5. Las tres sierras merideñas ocupan el 36 % de la divisoria de aguas definida por la cota 320 del cauce y tienen una altitud media de 4140 msnm, mientras que la serranía al sur del Chama ocupa el 39 % de la divisoria con altitud media de 3090 msnm. Estas cadenas montañosas están se-
6. paradas por ventanas o collados topográficos bien identificados.
6. La distribución de áreas de las clases hipsométricas es unimodal antes de la afluencia del río Nuestra Señora. Su asimetría negativa obedece a la presencia imponente de las sierras. La clase hipsométrica 4000-4400 es dominante hasta Mucuchíes y después la 3600-4000. Luego de la transición bimodal causada por la hipsometría de Nuestra Señora y después de desembocar el San Pablo, pasa a dominar la clase 2000-2400.
7. La hipsometría de las 4 mayores subcuencas presenta una distribución de áreas unimodal pero con simetría variada según sus características particulares. En general, la asimetría de las subcuencas es negativa en la zona de las sierras y positiva fuera de ellas.
8. Nuevas ecuaciones relacionan temperaturas media y extremas con la altitud en la cuenca del río Chama y se ha ensayado relacionar la presión atmosférica media con la altitud. La variación altitudinal de la temperatura, presión del aire y presión parcial de oxígeno es muy significativa por su magnitud y su influencia en el clima y en la fisiología humana.
9. En atención a la variación altitudinal de la temperatura media se han definido seis pisos térmicos en la cuenca del río Chama: caluroso, fresco, templado, frío, muy frío y gélido. La amplitud de cada piso es de 5 °C y la variación altitudinal es próxima a 850 m. La nomenclatura empleada en

esta nueva clasificación es rigurosamente térmica.

10. La cuenca del río Chama se divide razonadamente en alta, media y baja, resultando que el área en estudio comprende justo la cuenca alta y la media. Ambas constituyen la zona 1 del sistema fluvial de Schumm (1977), que es productora de agua y de sedimentos. Tal división es cónsona con el planteamiento de Perrin (1965) basado en el perfil longitudinal del cauce. Como resultado la cuenca alta del río Chama es perfectamente extendible hasta el río La González y la cuenca media llega por lo menos hasta el río Mocotíes.
11. La cuenca alta del Chama es divisible en tres sectores hidrográficos: el tercio superior o zona del páramo hasta Mucurubá, el tercio medio hasta la meseta de Mérida y el tercio inferior hasta La González; mientras la cuenca media es divisible en un sector superior hasta Estanques y otro inferior hasta incluir el río Mocotíes.

Recomendaciones

1. Bautizar la serranía derivada del pico Humboldt y que se prolonga hasta el páramo de El Batallón con el nombre de Serranía Sur del Chama o simplemente Serranía del Sur.
2. Que la cartografía oficial, representada por el Servicio Autónomo de Cartografía Nacional, adopte el nombre escogido para dicha serranía y que denomine ríos a las llamadas quebradas Tostós, Vizcaina y Guayabal en los mapas por editar.
3. Verificar si las ecuaciones que relacionan la temperaturas media y las extremas con la altitud son válidas para Los Andes venezolanos, y realizar mediciones de presión atmosférica que permitan mejorar la relación obtenida con la altitud a nivel del suelo.
4. Que la clasificación de pisos térmicos aquí definida se aplique a todo el país, manteniendo al menos los límites de temperatura media establecidos. Esta clasificación tiene la ventaja de ser verdaderamente térmica y más uniforme que las preexistentes. Para Los Andes tropicales habría que agregar un piso superior y atender particularidades de cada región.
5. Adoptar la división presentada de la cuenca del río Chama en alta, media y baja, en lugar de las ya manejadas debido a su inconsistencia y arbitrariedad, así como estandarizar la subdivisión de toda la cuenca en los 7 sectores hidrográficos identificados en el trabajo.
6. Practicar un análisis hidrográfico e hipsométrico más exhaustivo a otras cuencas andinas venezolanas como la de los ríos Motatán, Santo Domingo, Boconó, Tocuyo y Uribante, a fin de ampliar las descripciones existentes de esas cuencas y establecer comparaciones.
7. Considerar el uso de técnicas de sistemas de información geográfica en estudios similares a implementar.

Referencias citadas

- ANDRESSEN, Rigoberto y R. PONTE. 1973. *Climatología e Hidrología*. Subproyecto II del Estudio integral de las cuencas de los ríos Chama y Capazón. ULA, Instituto de Geografía y Conservación de los Recursos Naturales Renovables. Mérida. 135 p.
- CÁRDENAS, Antonio L. 1967. *Geografía Física de Venezuela*. Tercera edición. Ariel. Barcelona. 287 p.
- JAHN, Alfredo. 1934. *Las temperaturas medias y extremas de las zonas altitudinales de Venezuela*. Bol. Soc. Ven. Cs. Nat. 14 : 135 - 172.
- MARRERO, Levi. 1964. *Venezuela y sus recursos*. Editorial Mediterráneo. Madrid. 699 p.
- MARTÍNEZ, Francisco. 1959. *Diccionario geográfico del estado Mérida*. Universidad de Los Andes. Mérida. 205 p.
- MOP, 1968. *Manual de estudios preliminares para el aprovechamiento integral de cuencas hidrográficas*. Vol. 1. División de Planeamiento de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas. Caracas.
- PERRIN, Pierre. 1965. *Cuencas y redes, sus relaciones con la estructura y el clima*. Monografía N° 12. Inédito. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida. 35 p.
- REPÚBLICA DE VENEZUELA. 1990. *Estudio sobre el proyecto de conservación de la cuenca del río Chama*. Informe Principal. Inédito. Elaborado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Caracas. 156 p.
- SCHUMM, Stanley. 1977. *The Fluvial System*. A Wiley - Interscience Publication. John Wiley & Sons, Inc. New York. 338 p.
- VILA, Marco A. 1967. *Aspectos geográficos del estado Mérida*. Corporación Venezolana de Fomento. Serie "Monografías económicas estatales". Caracas. 354 p.
- ZINCK, Alfred. 1980. *Valles de Venezuela*. Cuadernos LAGOVEN, Serie "El hombre y su ambiente". Caracas. 150 p.