

República Bolivariana de Venezuela
Ministerio del Poder Popular para la Educación
Universitaria, Ciencia y Tecnología

Universidad de Los Andes
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales
Escuela de Geografía

I Conversatorio de Geomorfología aplicada

**TORRENCIALIDAD Y MORFOMETRÍA
EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHAMA**

Profesor Gustavo Silva León
Cátedra de Hidrología

Mérida, martes 30 de julio de 2019

Venezuela

RESUMEN EXTENDIDO

Se aborda la cuenca alta del río Chama con un marco de referencia hidrográfico y geomorfológico. En ella se diferencian subcuencas y microcuencas según categorías de extensión y tipos de cauces torrenciales. Las subcuencas mayores son las de los ríos Nuestra Señora, Mucujún, Albarregas y La González, en orden de tamaño; y las de las quebradas La Toma, Gavidia, Mucuy, Mucunután y La Fría, en orden de afluencia. Las microcuencas de los torrentes y las subcuencas de las quebradas torrenciales se dividen según Schum (1977) en atención a la dinámica de sus crecientes y sus sedimentos .

Se enfatiza el aspecto de cuenca alta con una visión hipsométrica progresiva, que muestra una distribución asimétrica negativa de las áreas con respecto a la altitud, debido al predominio de las áreas más altas sobre las más bajas, siendo dominante la clase de 3.600 m a 4.000 m desde Mucurubá, sin incluir la subcuenca Nuestra Señora, que se puede estudiar como una unidad hidrográfica particular. La hipsometría de la cuenca alta refleja además una notable condición microtérmica y evidencia relaciones existentes entre las áreas de drenaje, cotas de desagüe y altitudes medias.

De Flórez y Manzanilla (1999) se presentan una conceptualización hidrológica de la cuenca del río Chama hasta Tabay con segmentos de cauces y vertientes, que se ilustran para la subcuenca La Toma; así como crecidas simuladas para diferentes períodos de

retorno, utilizando tormentas hipotéticas de 8 horas de duración con intensidades de lluvia uniformes. Como resultado general el Chama puede superar los 100 m³/s desde Mucurubá, mientras la crecida cincuentenaria en Tabay rebasa los 200 m³/s. Los caudales de estas crecidas crecen rápidamente hasta alcanzar su valor pico.

La morfometría de microcuencas y subcuencas es un condicionante del fenómeno torrencial. Las condiciones geológicas merecen otro análisis. Variables relativas a forma de cuenca, red de drenaje y relieve son seleccionadas en un compendio de fórmulas. Tales variables se interpretan morfométrica e hidrológicamente según la apreciación del autor. La relación de Horton igual a 0,395 se presenta como una forma ni alargada ni ensanchada, que se toma como patrón morfométrico e hidrológico.

Se selecciona un grupo de microcuencas y subcuencas que manifiestan crecidas torrenciales. Las mismas son zonificadas según Schum y se les indican valores morfométricos que condicionan el fenómeno. Primero se presenta la microcuenca mediana de la quebrada La Virgen y siguen la subcuenca pequeña Mucunután, las microcuencas medianas de El Rincón y San Jacinto y la microcuenca grande Montalbán. Un análisis más detallado se realiza para la microcuenca San Jacinto.

Palabras clave: cuenca alta del río Chama; torrentes, quebradas y ríos torrenciales; morfometría de cuencas; crecidas torrenciales; microcuencas y subcuencas.

PREÁMBULO: «ALUDES TORRENCIALES »

«Los aludes torrenciales como fenómenos catastróficos son propios de los cursos de agua de montaña, caracterizados por altas pendientes, las características litológicas de un material meteorizado y altamente fracturado, los procesos geomorfológicos activos en las laderas como los movimientos en masa y un agente desencadenante como las lluvias intensas...»

«Muchos eventos han ocurrido en la cordillera central y en la cordillera de Los Andes. Particularmente fue importante el evento que ocurrió en la cuenca del río Limón, afectando la ciudad de Maracay **en septiembre de 1987**, luego de presentarse lluvias intensas durante 6 horas equivalentes en cantidad a dos meses de precipitación, arrojando numerosas víctimas y pérdidas materiales considerables.»

«...en 1999 ocurre el desastre natural más importante del siglo XX en Venezuela. Ese año ocurrieron nuevamente lluvias extraordinarias de carácter estacionario que superaron el promedio anual. Concentradas los días 14, 15 y 16 de diciembre, los movimientos en masa, la remoción de la vegetación y el acarreo de grandes bloques y materiales de diversos tamaños descendieron desde las vertientes norte y sur del Ávila en forma de deslizamientos y flujos, afectando el estado Vargas» – ahora llamado La Guaira – «desde Arrecifes hasta Los Caracas»

«**....en febrero de 2005** también fueron catastróficos los efectos de extremadas lluvias en el estado Mérida, donde se destruyó parte significativa de la infraestructura caminera, y sufrieron daños de consideración plantaciones cafetaleras, paisaje rurales y urbanos de Santa Cruz de Mora y valle del Mocotíes desde Bailadores y Tovar, con 90.000 hab. afectados y cientos de muertos y desaparecidos.»

Virginia Jiménez Díaz, Geógrafo (UCV, 1986), Ph.D. Geomorfología aplicada (University College London, 1992). *Geografía de las catástrofes. Amenazas, vulnerabilidad y riesgos*. GEOVENEZUELA 2 (731-736).

MARCO DE REFERENCIA HIDROGRÁFICO DE LA CUENCA DEL RÍO CHAMA

Hoya hidrográfica o cuenca del LAGO DE MARACAIBO. Área terrestre: 76.000 Km².

CUENCA FLUVIAL	País	(Km²)	(%)
Catatumbo	Col/Ven	25.565	33,6
Santa Ana	Ven	6.560	8,6
Limón	Ven	5.450	7,2
Motatán	Ven	4.810	6,3
Escalante	Ven	4.425	5,8
Chama	Ven	3.785	5,0
Palmar	Ven	2.775	3,7

Cuenca andina del RÍO CHAMA. Área: 3.785 Km². División hidrográfica (Silva León, 1999):

Cuenca alta hasta La González. Área: 1.903 Km². Ciudades: Mucuchíes, Mérida, Ejido.

Cuenca media hasta el Mocotíes. Área: 1.315 Km². Ciudades: Lagunillas, Santa Cruz, Tovar.

Cuenca baja (transición y planicie hasta el Lago). Área: 547 Km². Ciudad: El Vigía.

Cuenca intramontana del RÍO CHAMA. (cuencas alta y media). Área: 3.218 Km².

SUBCUENCA	Cuenca	(Km²)	(%)
Nuestra Señora	Alta	601	18,7
Mocotíes	Media	508	15,8
San Pablo	Media	258	8,0
Mucujún	Alta	193	6,0

MICROCUENCAS DE TORRENTES: pequeñas cuencas de montaña con fuertes pendientes. Fenómeno torrencial: ocurrencia de crecidas súbitas y violentas causadas por tormentas intensas de corta duración. Áreas < 20 Km².

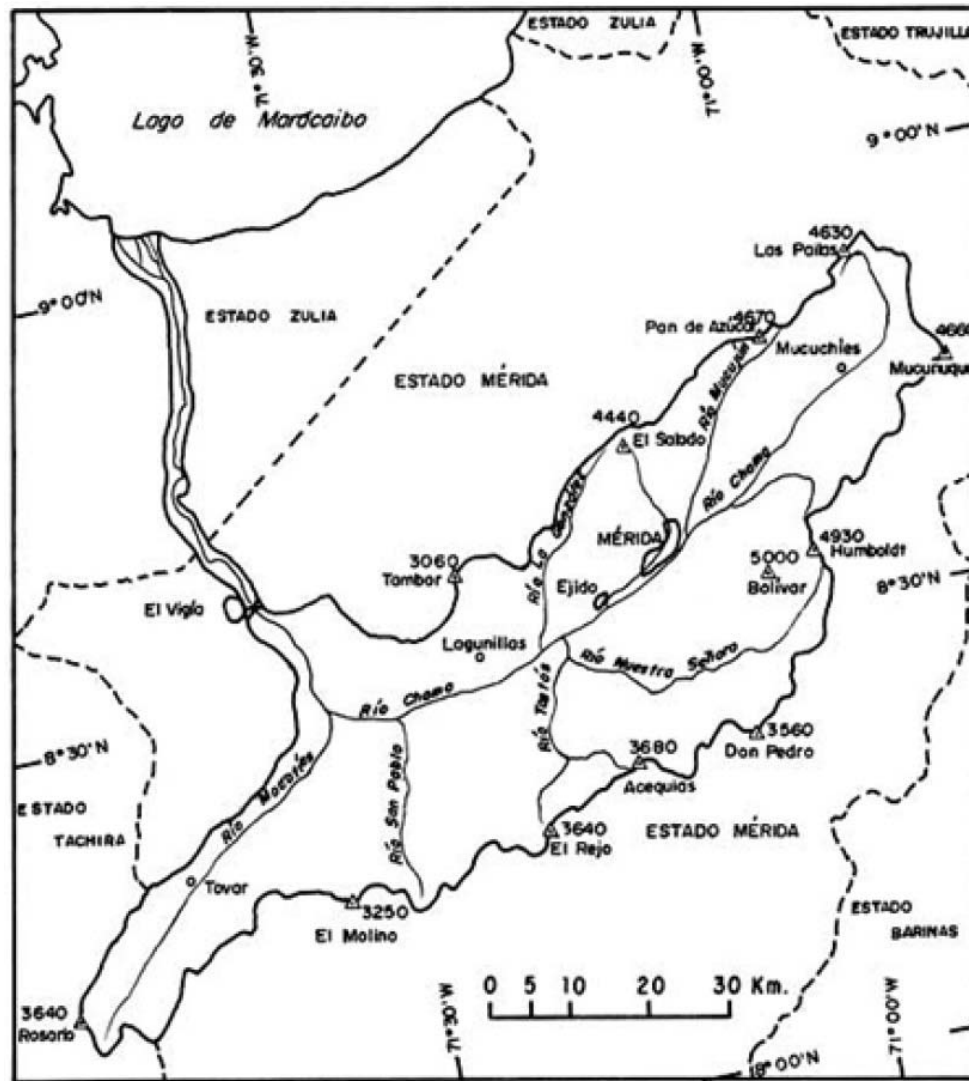
Zonas típicas presentes (Schum, 1977):

Zona 1 o superior: parte más alta y extensa, productora de agua y sedimentos.

Zona 2 o media: estrechamiento o garganta, transportadora de agua y de sedimentos.

Zona 3 o inferior: deposición de sedimentos de las crecidas, formando abanicos aluviales.

MARCO DE REFERENCIA HIDROGEOMORFOLÓGICO DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHAMA



Cuenca del río Chama, estado Mérida (Silva L, 1999)

La **cuenca del río Chama** es la principal **cuenca intramontana** de la **cordillera andina de Mérida**.

El **río Chama** y su afluente el **rio Mocotíes** forman **valles longitudinales** casi continuos, que ocupan parte de la **surco tectónico** de la **falla de Boconó**.

La **cuenca alta** tiene dos grandes **subcuencas**, las de los **ríos Mucujún y Nuestra Señora**.

Su **orografía** está conformada por las tres sierras más elevadas de Venezuela: la **Sierra del Norte** o **de La Culata**, la **Sierra Nevada de Mérida** y la **Sierra de Santo Domingo**. De primera parte la estribación de **El Escorial** y de la segunda continúan los páramos de una **serranía** que bordea el flanco sur de la cuenca.

El valle presenta **terrazas** y **cono terrazas** que son asiento de las ciudades de **Mucuchíes, Mérida y Ejido**, y otras menores como son **Mucurubá y Tabay**.

Los cauces de la cuenca alta son **torrenciales** por su gran pendiente. Ellos generan crecidas que pueden alcanzar la categoría de **flujos hiperconcentrados y de detritos**, sobre todo en **microcuencas**.

JERARQUIZACIÓN HIDROGRÁFICA PARA LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHAMA

Tipos de cauces torrenciales y tamaños de cuencas respectivas	Extensión (Km ²)	Ejemplos (*)
A. Torrentes (pendientes > 10 %) <ol style="list-style-type: none"> 1. Microcuenca pequeña 2. Microcuenca mediana 3. Microcuenca grande 	< 4 4,0 a 9,9 10,0 a 19,9	Raíz de Agua, Muñoz La Virgen, Milla (1), El Rincón (1), San Jacinto Mucuchache, Mucurubá
B. Quebrada torrencial (pendientes > 5 %) <ol style="list-style-type: none"> 1. Microcuenca muy grande 2. Subcuenca pequeña 3. Subcuenca mediana 	≥ 20 20 a 49,9 50 a 99,9	Pedregosa (1), Tostós (2) Carbonera, Mucunután, La Fría La Toma, Gavidia, Mucuy
C. Río torrencial (pendientes > 2 %) <ol style="list-style-type: none"> 1. Subcuenca grande 2. Subcuenca muy grande 3. Cuenca pequeña 4. Cuenca mediana 5. Cuenca grande 6. Cuenca muy grande 	100 a 299 ≥ 300 100 a 199 200 a 499 500 a 999 ≥ 1.000	Mucujún, Albarregas, La González Nuestra Señora Chama entre San Rafael y Mucuchíes Chama entre Mucuchíes y Tabay Chama entre Tabay y Ejido Chama entre Ejido y La González

(*) La cuenca se compone de subcuencas y microcuencas y las subcuencas se componen de microcuencas.

(1) Microcuenca de la subcuenca Albarregas (2) Microcuenca de la subcuenca Nuestra Señora.

HIPSOMETRÍA DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHAMA HASTA ... (I)					
Limites de clase (m)	Marca (m)	Mucuchíes (cota 2.880)	Mucurubá (cota 2.320)	Tabay (cota 1.680)	
4.400	4.600	4.500	8,5	9,3	12,8
4.000	4.400	4.200	75,6	98,2	110,1
3.600	4.000	3.800	69,1	128,0	150,0
3.200	3.600	3.400	33,3	68,2	87,2
2.800	3.200	3.000	7,9	37,6	63,1
2.400	2.800	2.600	0,0	12,3	40,7
2.000	2.400	2.200	0,0	0,3	25,4
1.700	2.000	1.850	0,0	0,0	10,9
Área hasta la cota del río (Km ²)		194,4	353,9	500,2	
Altitud media de cuenca (m)		3.890	3.720	3.510	
Temperatura media (°C)		4,8	5,8	7,0	

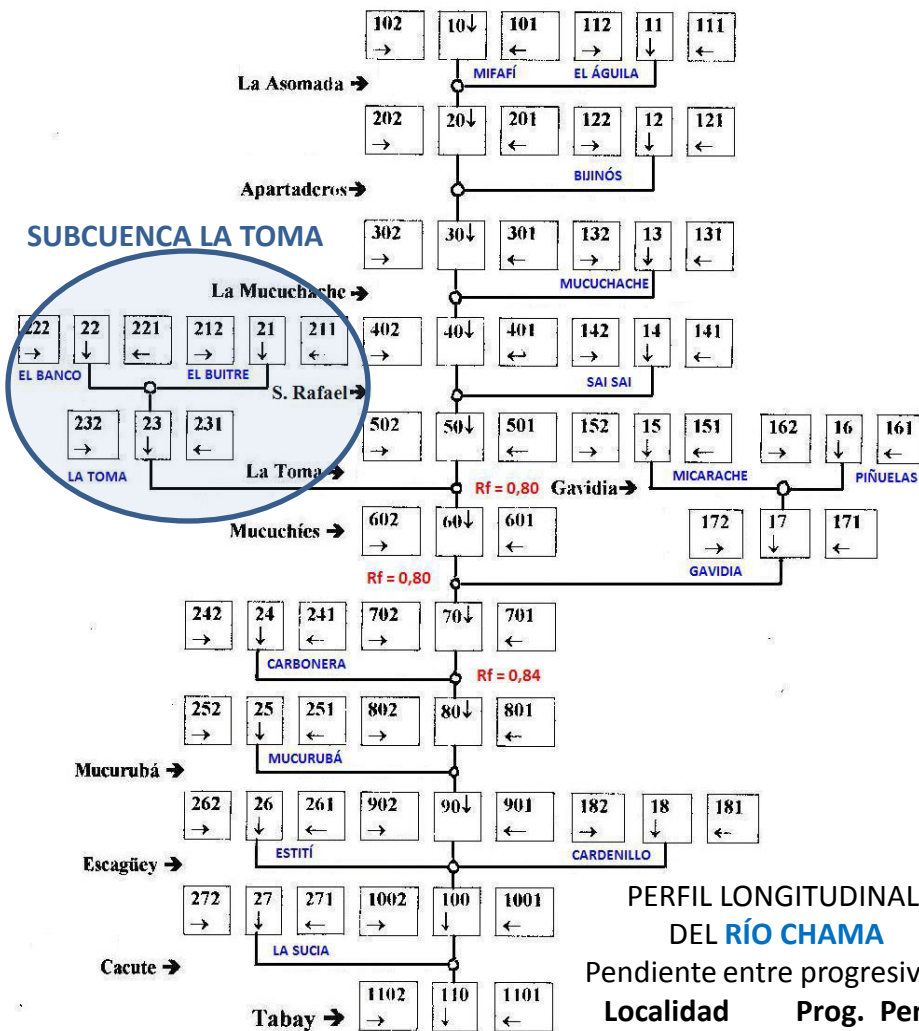
HIPSOMETRÍA DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHAMA HASTA ... y (II)					
Limites de clase (m)	Marca (m)	Mérida (cota 1.430)	Ejido (cota 1.040)	La González (cota 740) *	
4.800	5.000	4.900	0,8	0,8	0,8
4.400	4.800	4.600	25,1	25,7	25,7
4.000	4.400	4.200	181,1	188,2	200,1
3.600	4.000	3.800	222,3	239,7	260,4
3.200	3.600	3.400	135,1	155,4	172,7
2.800	3.200	3.000	104,4	129,9	143,8
2.400	2.800	2.600	83,0	116,0	130,1
2.000	2.400	2.200	58,7	105,9	124,8
1.600	2.000	1.800	41,9	95,3	121,9
1.200	1.600	1.400	5,9	51,8	83,4
800	1.200	1.000	0,0	5,7	37,1
700	800	750	0,0	0,0	1,2
Área hasta la cota del río (Km ²)			858,3	1.114,4	1.302,0
Altitud media de cuenca (m)			3.410	3.160	3.040
Temperatura media (°C)			7,6	9,1	9,9

HIPSOMETRÍA PROGRESIVA DE LA CUENCA ALTA DEL CHAMA

CARACTERIZACIÓN HIPSOMÉTRICA E HIDROLÓGICA

* Excluyendo la subcuenca del río Nuestra Señora

La cuenca alta del río Chama muestra una distribución de áreas **asimétrica negativa (h modal > h media)**, lo que refleja el predominio de las áreas altas sobre las bajas, debido a la influencia del alto relieve de las tres sierras que definen su divisoria. Quiere decir que una tormenta uniformemente distribuida sobre la cuenca va a generar más escorrentía en las partes más altas, que además muestran mayor pendiente. En las subcuencas y microcuencas la simetría varía de negativa a positiva. Las tormentas que generan grandes crecidas del río Chama en su cuenca alta son de larga duración y moderada intensidad, no ocurre así con sus tributarios que crecen más con eventos de menor duración y extensión pero de mayor intensidad.



PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO CHAMA
Pendiente entre progresivas:

Localidad	Prog. (Km)	Pend. (%)
Nacimiento	0,00	
La Asomada	12,16	7,9
Apartaderos	16,46	7,0
Mucuchías	25,93	5,3
Mucurubá	36,10	5,0
Cacute	43,84	5,1
Tabay	50,52	3,3

CONCEPTUALIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO CHAMA HASTA TABAY EN SEGMENTOS DE ESCORRENTÍA Y DE ESCURRIMIENTO

Adaptada de Manzanilla y Flórez, 1999. Análisis de la problemática originada por crecidas del río Chama en la parte alta. TEG.



VARIABLES TOPOGRÁFICAS DE LA SUBCUENCA LA TOMA (según Manzanilla y Flórez)

Segm.	Área (Km ²)	Pendientes (%)	Cauce	Vertientes
21	17,2	17,2		49,4
22	23,0	12,6		44,7
23	15,7	10,6		50,9
Total:	55,9	Total:		47,9

Mapa adaptado de Contreras, Y. 2019. Análisis geohidrográfico de la subcuenca La Toma en relación a las crecidas. TEG.

LA AMENAZA: CAUDALES PICO (m³/s) DEL RÍO CHAMA PARA TORMENTAS DE 8 HORAS DE DURACIÓN
(datos de Manzanilla y Florez, 1999)

Segmento de escorrentía	Sitio: antes de la confluencia de la quebrada	Pendiente del segmento (%)	Cuenca al final del segmento (Km ²)	Períodos de retorno (años)			
				10	25	50	100
				Intensidades de lluvia (mm/h)			
				4,6	5,2	5,6	6,1
				Caudales máximos (m ³ /s)			
10	EI ÁGUILA	7,8	27,0	6	10	12	15
20	BIJINÓS	6,8	59,5	17	25	30	37
30	MUCUCHACHE	7,7	71,6	22	31	38	46
40	SAI SAI	6,6	94,3	30	42	51	62
50	LA TOMA	4,0	134,5	37	54	66	81
60	GAVIDIA	3,8	223,8	69	98	118	145
70	LA CARBONERA	8,8	307,8	89	127	154	189
70 + 24	(CON LA CARBONERA)	-	329,8	96	138	168	206
80	MUCURUBÁ	5,1	363,2	106	152	184	226
90	ESTITÍ Y CARDENILLO	6,1	384,4	114	163	197	242
100	LA SUCIA	4,9	453,9	125	179	215	267
110	LA MUCUY	2,6	500,1	131	187	216	272

FÓRMULAS MORFOMÉTRICAS BÁSICAS

1. Índices de forma

$$a) R_f = A / L_a^2 = a / L_a$$

$$b) R_c = 4 \pi A / P^2$$

donde **A** es el área de la cuenca, **L_a** es su longitud axial, **a** es su ancho medio (A / L_a) y **P** es su perímetro; y los índices **R_f**, que es la relación de forma de Horton, y **R_c** que es la relación de circularidad de Miller.

2. Red de drenaje

$$a) r_{bu} = N_u / N_{u+1} \quad b) L_u = \sum L_{i,u} / N_u \quad c) D_d = \sum \sum L_{i,u} / A$$

donde **r_{bu}** es la relación de bifurcación entre cauces de orden u y $u+1$, **N_u** es el nro de cauces de orden u y **N_{u+1}** es el nro de cauces de orden $u+1$; **L_u** es la longitud promedio de cauces de orden u , **L_{i,u}** es la longitud del cauce i ésimo de orden u , $\sum L_{i,u}$ es la longitud total de cauces de orden u ; **D_d** es la densidad de drenaje, $\sum \sum L_{i,u}$ es la longitud total de los cauces.

3. Perfil longitudinal del cauce principal

$$a) S_i = \Delta H_i * 100 / \Delta L_i \quad b) S_t = H * 100 / L$$

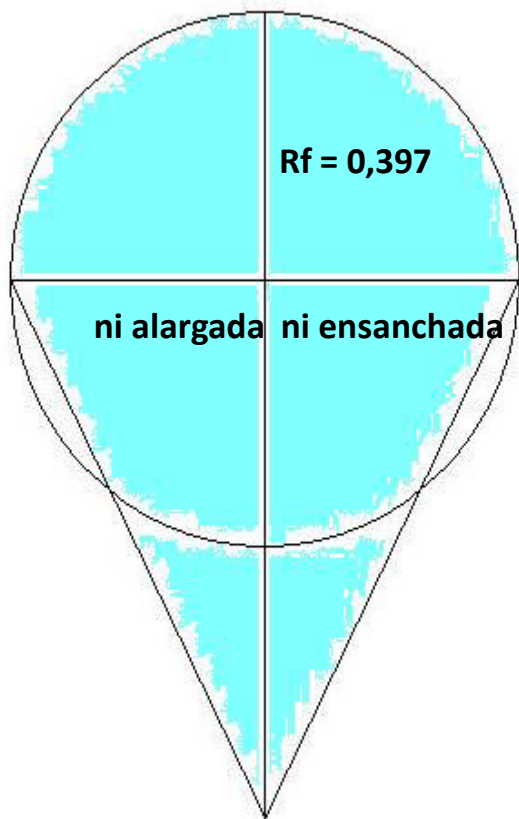
donde **S_i** es la pendiente del tramo i ésimo del cauce, **ΔH_i** es el desnivel del tramo i ésimo del cauce y **ΔL_i** es la longitud horizontal del tramo i ésimo del cauce; **S_t** es la pendiente media del cauce torrencial, **H** es el desnivel total del cauce y **L** es la longitud horizontal total del cauce.

4. Relieve

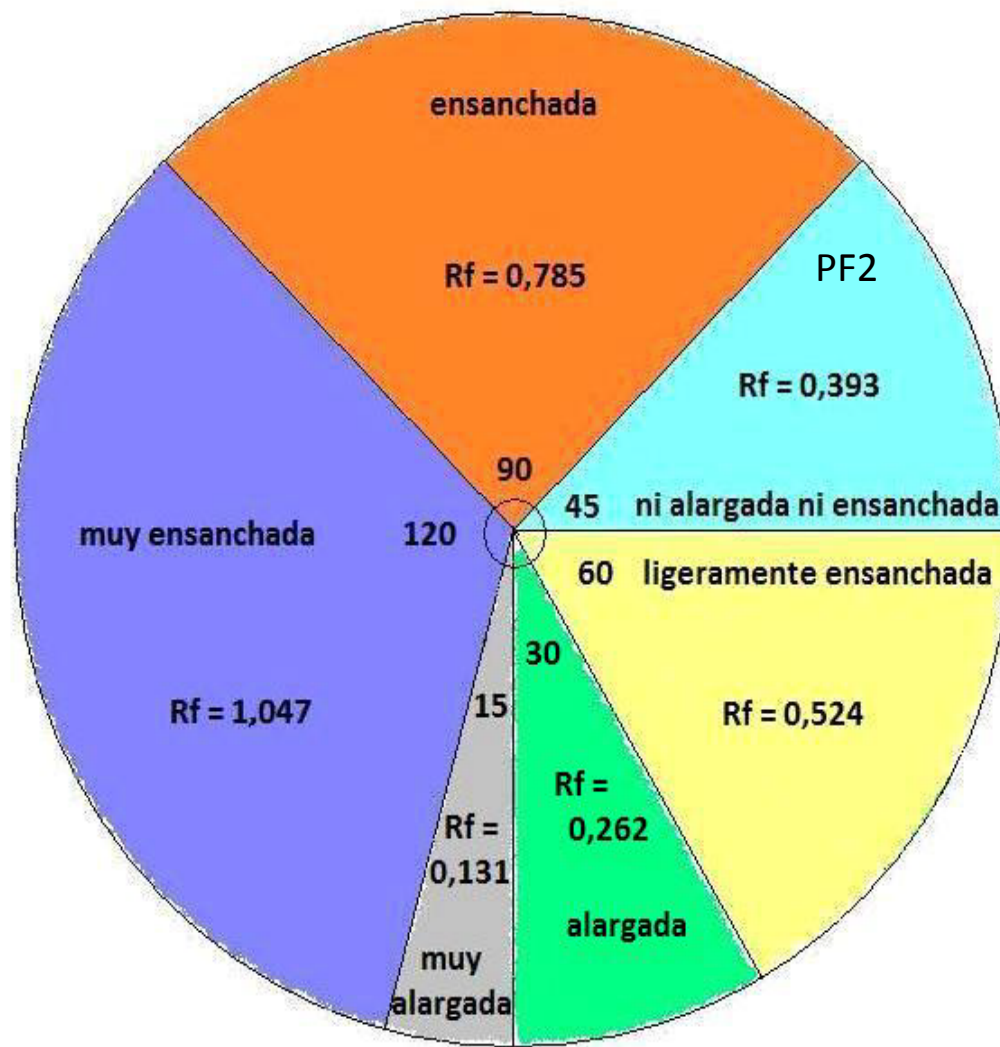
$$a) S_m = eq * \sum L_c * 100 / A \quad (Alvord) \quad b) S_{ij} = eq * L_{c\ ij} * 100 / A \quad c) H_1 = \sum (H_i * A_i) / A$$

$$d) H_2 = L_i + ((\%1 - 50) eq / (\%1 - \%2)) \quad e) H_3 = L_i + (\Delta 1 * eq / (\Delta 1 + \Delta 2))$$

donde **S_m** es la pendiente media de la cuenca, equivale a la de vertiente **S_v** si no hay fondo de valle; **eq** es la equidistancia entre las curvas de nivel utilizadas, $\sum L_c$ es la longitud total de curvas de nivel, **S_{ij}** es la pendiente media entre curvas de nivel consecutivas ij , **L_{c ij}** es la longitud promedio de curvas de nivel consecutivas ij ; **H₁** es la altitud media, **H_i** es la marca de la clase hipsométrica i ésima, **A_i** es el área de la clase hipsométrica i ésima; **H₂** es la altitud mediana, **L_i** es el límite inferior de la clase medianal (o modal según el caso), **%1** es el % del área sobre el límite inferior de la clase medianal, **%2** es el % del área sobre el límite superior de la clase medianal; **H₃** es la altitud modal, **$\Delta 1$** es la diferencia entre el área modal y el área de la clase inferior y **$\Delta 2$** es la diferencia entre el área modal y el área de la clase superior.



Patrón de Forma 1, PF1:
semicírculo + triángulo
con base = altura



La forma de la cuenca no depende de su tamaño ni de la escala de representación cartográfica

ÍNDICE DE FORMA DE HORTON: TIPOS DE FORMA Y VALORES

INTERPRETACIONES MORFOMÉTRICAS E HIDROLÓGICAS (I)

Rf ($0 < Rf \leq \pi$)	Forma de cuenca (patrón: $Rf = 0,395$)	Tipo de escurrimiento (concentración hacia el desagüe)	Hidrograma de crecida	
			Caudal pico	Tiempo al pico
$\leq 0,22$	Muy alargada	Desconcentrado	Muy disminuido	Muy atrasado
0,23 - 0,29	Alargada	Levemente concentrado	Disminuido	Atrasado
0,30 - 0,39	Ligeram. alargada	Poco concentrado	Poco disminuido	Poco atrasado
0,40 - 0,56	Ligeram. ensanchada	Medianamente concentrado	Poco aumentado	Poco adelantado
0,57 - 0,89	Ensanchada	Concentrado	Aumentado	Adelantado
$\geq 0,90$	Muy ensanchada	Muy concentrado	Muy aumentado	Muy adelantado

Nota: una microcuenca de torrente con forma patrón $Rf = 0,395$ genera crecidas violentas con tormentas intensas de cierta duración. Más violentas serían con una forma más ensanchada.

Rc ($0 < Rc \leq 1$)	Circularidad
$\leq 0,49$	Baja
0,50 - 0,74	Media
$\geq 0,75$	Alta

Densidad (Km/Km2)	Clase de densidad (escala 1:25.000)	Tipo de cuenca según drenaje
$< 0,75$	Muy baja	Muy mal drenada
0,75 a 1,24	Baja	Deficientemente drenada
1,25 a 1,74	Moderada	Regularmente drenada
1,75 a 2,24	Moderadamente alta	Suficientemente bien drenada
2,25 a 2,99	Alta	Bien drenada
$\geq 3,00$	Muy alta	Muy bien drenada

Actualización a junio de 2019

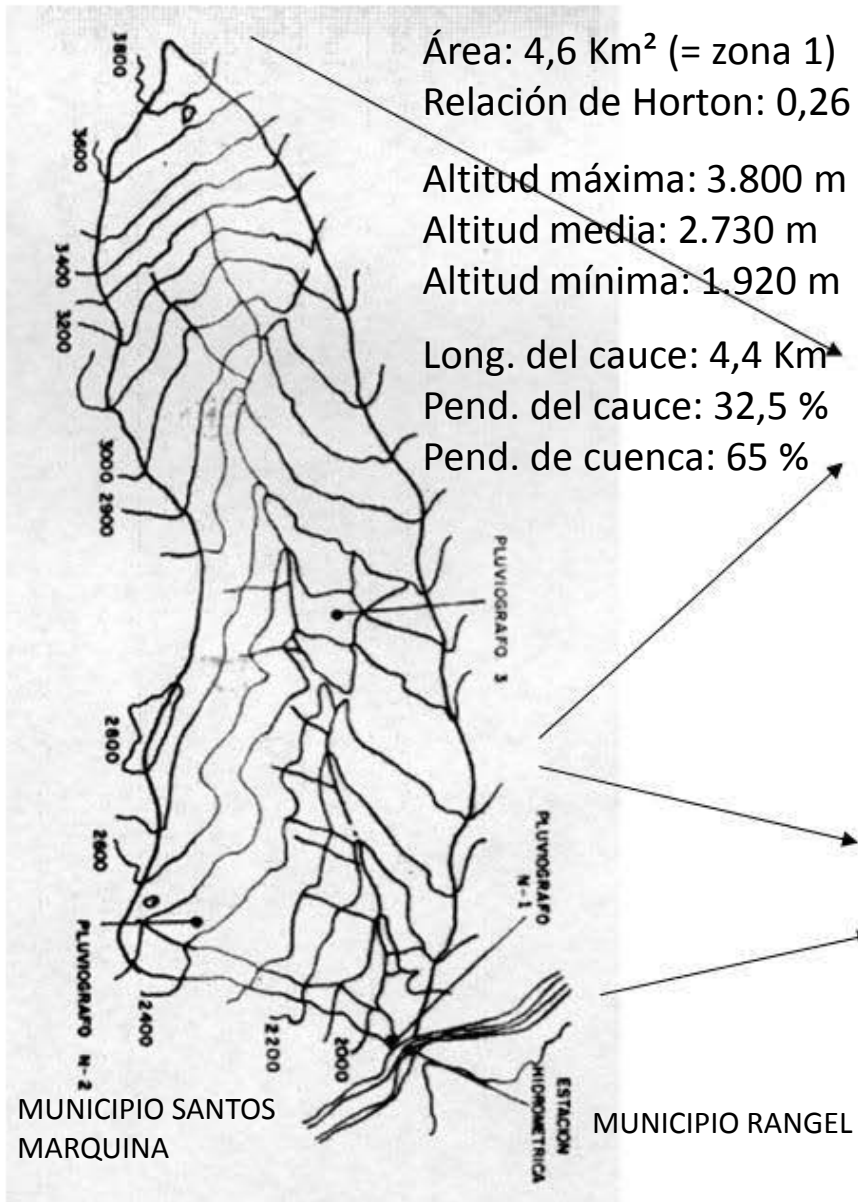
PENDIENTE DEL TERRENO (relacionado con escurrimiento)			
(%)	Inclinación	(°)	Relieve
< 2,0	Muy suave	< 1,1	Fondo de valle y lomas
2,0 a 4,9	Suave	1,2 a 2,8	
5,0 a 14,9	Moderada	2,9 a 8,4	
15 a 34	Pronunciada	8,5 a 18	Transición
35 a 54	Fuerte	19 a 28	Vertiente
55 a 99	Muy fuerte	29 a 44	
≥ 100	Escarpada	≥ 45	

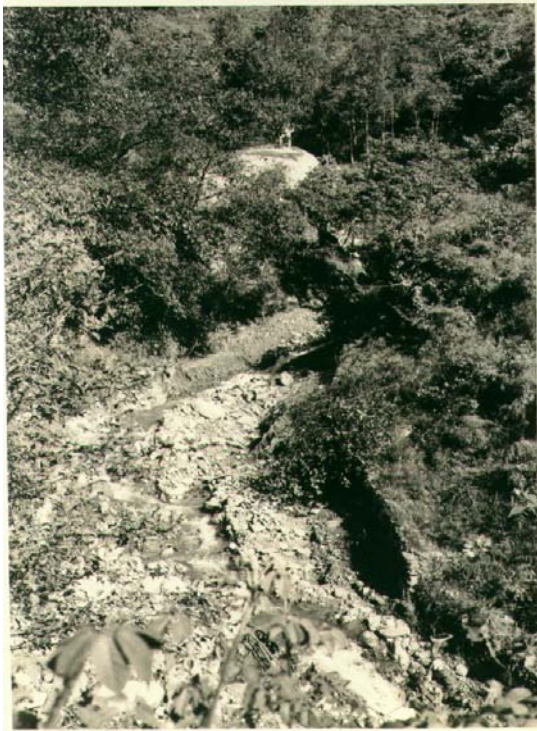
INTERPRETACIONES MORFOMÉTRICAS E HIDROLÓGICAS (II)

PENDIENTE MEDIA: TORRENTE - MICROCUENCA		
St (%)	Tipo	Sm (%)
11 a 19	Baja	30 a 39
20 a 29	Media	40 a 49
≥ 30	Alta	≥ 50

PENDIENTES DE CAUCES Y TIPOLOGÍAS ASOCIADAS (relacionado con torrencialidad e inundación)			
(%)	Cauce típico	Tipo de relieve	Valle típico
≥ 10	Torrente	Montañoso	Ausente
5 a 10	Quebrada torrencial		Angosto
2 a 5	Río torrencial		Pequeño
0,5 a 2	Río con vegas pedregosas	Piemontano	Mediano
0,1 a 0,5	Río ensanchado con vegas de desborde	Basimontano	Grande
0,01 a 0,1	Río ancho y poco profundo	Llano	Planicie inundable
0,005 a 0,01	Río navegable con lanchas		
< 0,005	Río navegable con buques		

MICROCUCENCA LA VIRGEN Y VISTAS PANORÁMICAS





EFFECTOS DE LA CRECIDA TORRENCIAL DE LA QUEBRADA LA VIRGEN

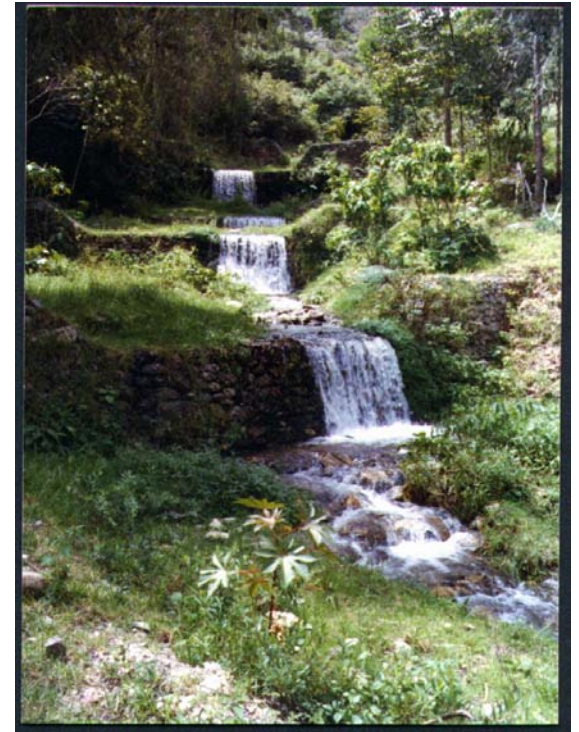


RESULTADOS DE LA CORRECCIÓN DE TORRENTES MEDIANTE DIQUES DE CONSOLIDACIÓN



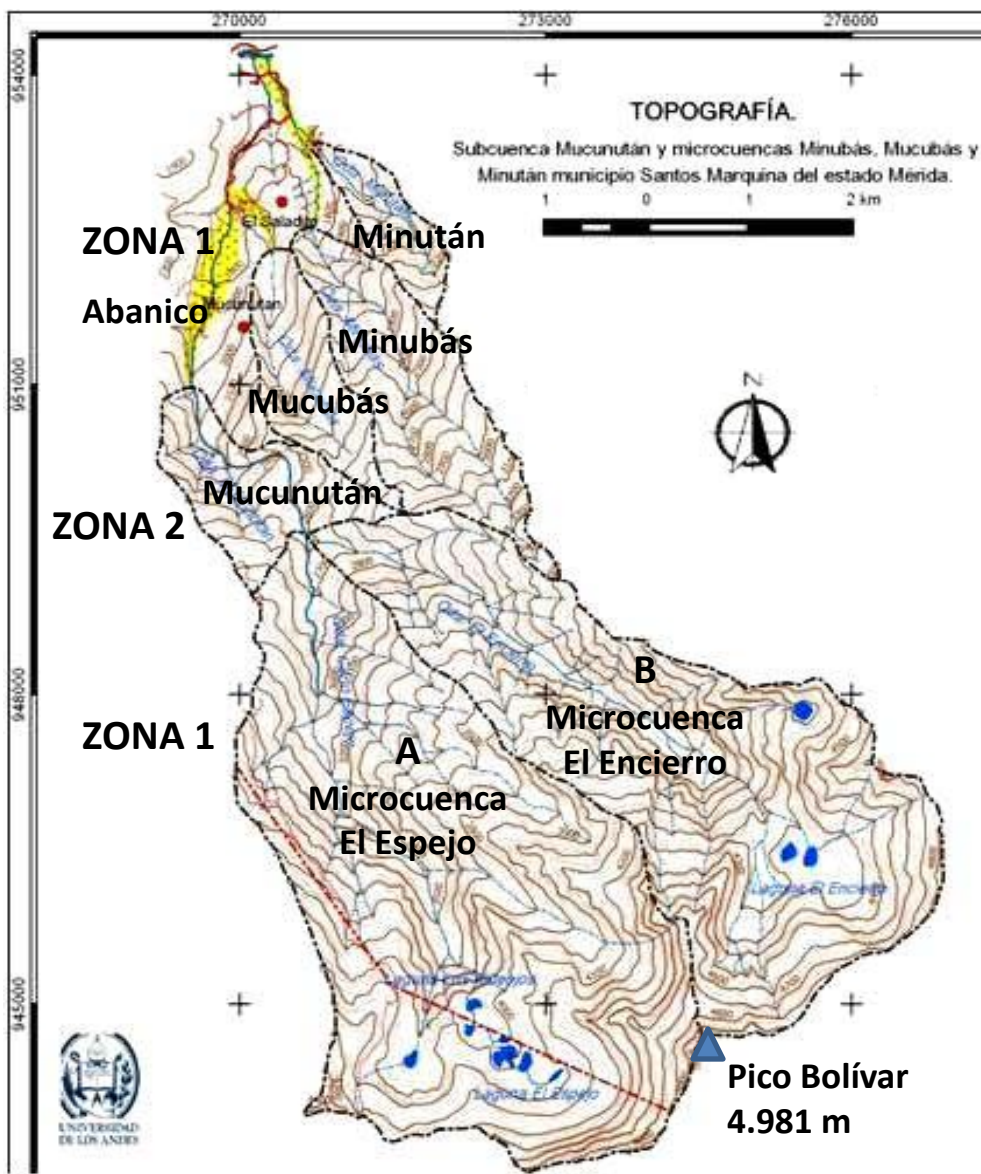
1967

2000



FOTOS:
Prof.
Edgar
Hernández





SUBCUENCA MUCUNUTÁN

SÍNTESIS MORFOMÉTRICA POR ZONAS

1. Forma y efecto confluencia:

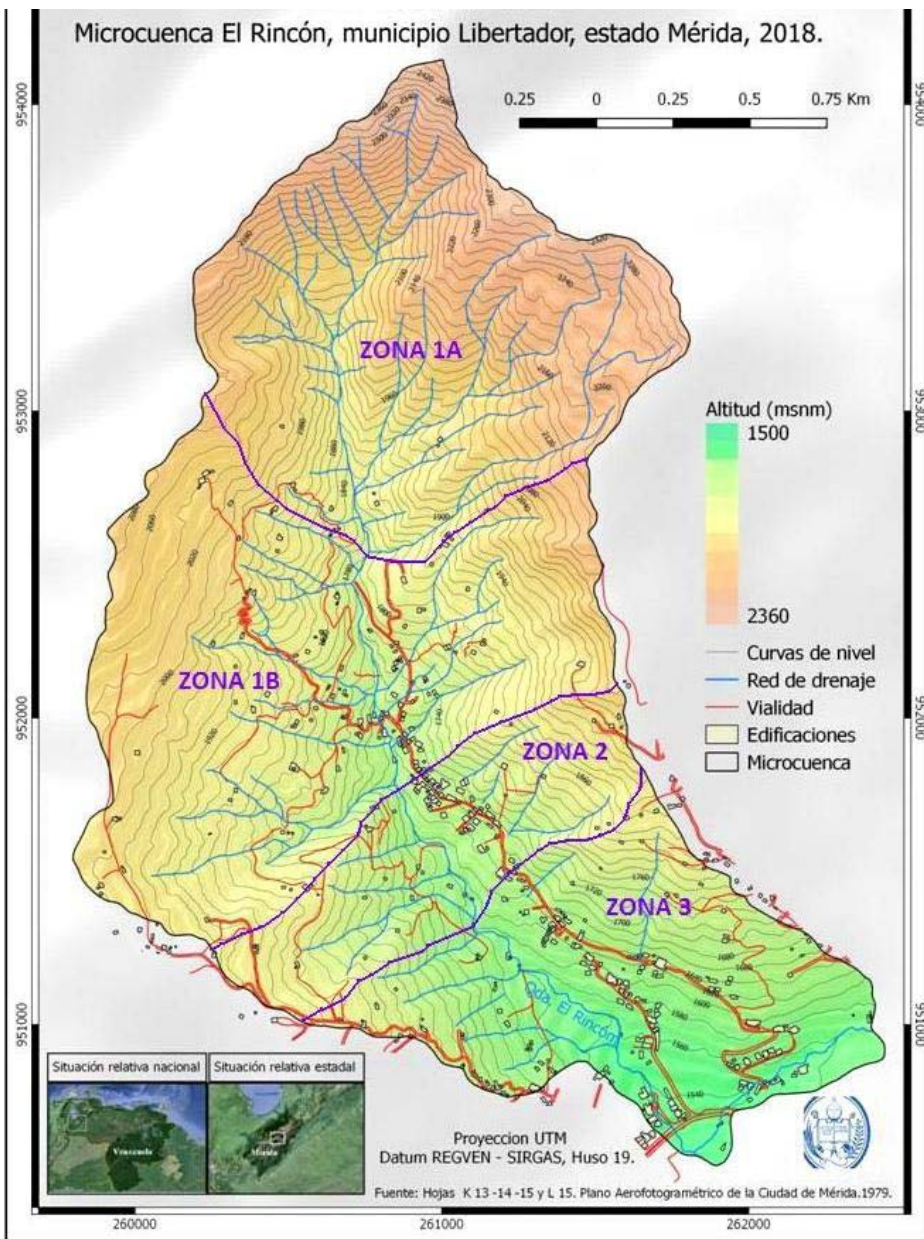
Zonas	Área (Km ²)	Longitud axial (Km)	Ancho (Km)	Relación de forma
1A	16,3	6,90	2,36	0,342
1B	12,8	7,20	1,78	0,247
1A+1B	29,1	7,20	4,04	0,561
1A+1B+2	31,1	8,85	3,51	0,397

2. Densidad de drenaje:

Zonas	Área (Km ²)	Densidad (Km/Km ²)
1A	16,3	1,80
1B	12,8	2,32
2	2,0	2,27
Total	31,1	2,04

3. Pendientes:

Zonas	Área (Km ²)	Cauce (%)	Vertientes (%)
1A	16,3	32,1	67,2
1B	12,8	30,3	65,2
2	2,0	32,5	60,0
Total:	31,1	Total:	65,9



MICROCUCENCA EL RÍNCÓN

(Caso complejo de riesgo hidrogeomorfológico)

UBICACIÓN: se halla en la Zona Protectora del río Albarregas (1973) y en el área urbana de la ciudad de Mérida (1981). ➡ Conflicto de uso evidente.

SUPERFICIE: 5,0 Km² (3,3 Km² en la Zona 1= 1A+1B).

ALTITUDES: máxima, 2.460 m; mínima, 1.520 m.

GEOLOGÍA: Formación Mucujún al extremo norte de la cuenca, Formación Palmarito en el resto de las laderas, depósitos del Cuaternario por debajo de la cota 1.700 del cauce principal.

ALGUNOS PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

Longitud axial, 3,71 Km; ancho medio, 1,35 Km.

Relación de forma, 0,36 (ligeramente alargada).

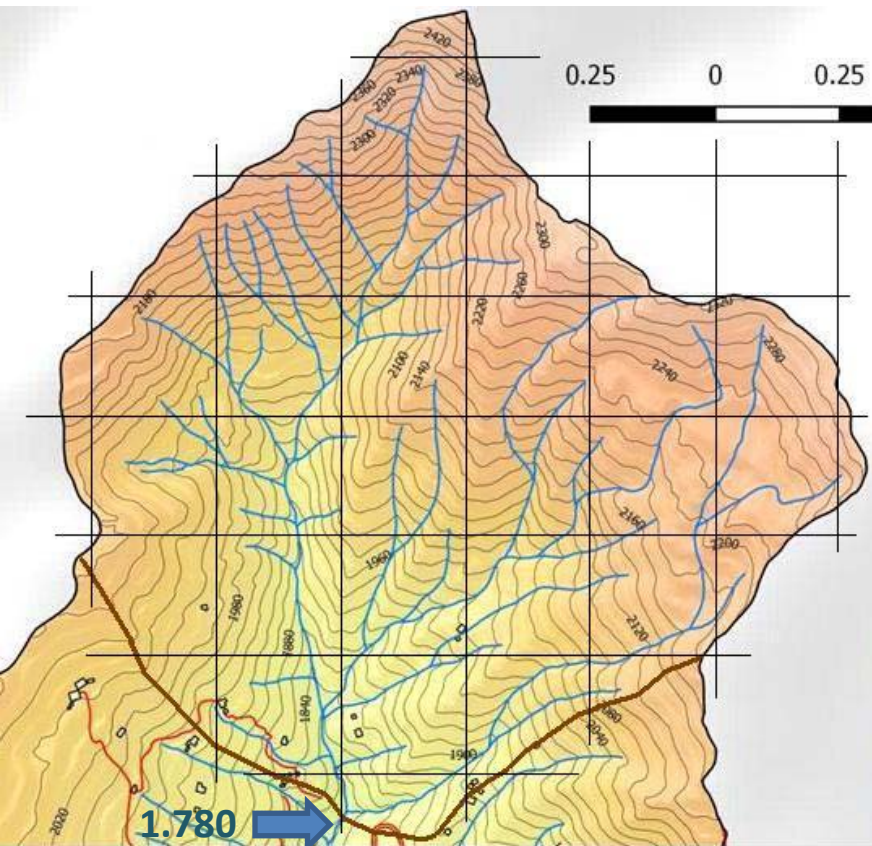
Orden del cauce principal, 4.

Pendiente media del cauce, 19,2 %

Pendiente de vertientes. Alta (> 50%), 39 % del área; y media (30 a 50 %), 23 % del área.

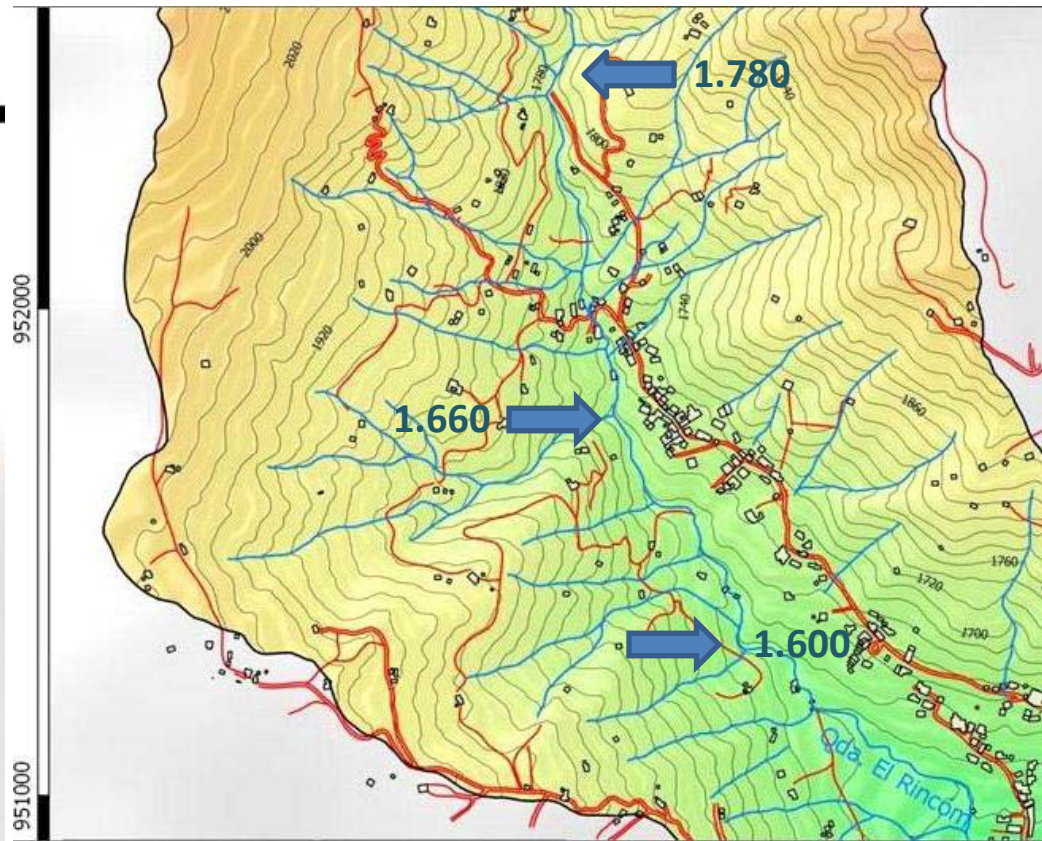
SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS: Muy alta y alta, 40% del área; media, 34 % del área.

De: Naudys Díaz, 2018. Zonificación de áreas susceptibles a procesos hidrogeomorfológicos en la microcuenca El Rincón.



CONFORMACIÓN DEL TORRENTE EL RINCÓN (Zona 1 A)

Nace en la cota 2.340 m. A los 1.820 m recibe su primer afluente mayor y se transforma en cauce de orden 4. En la cota 1.780 recibe su segundo afluente mayor, allí su área de drenaje es de 1,6 Km², la longitud de su cauce es de 1.735 m y su pendiente media es de 32 %. El TORRENTE se conforma en cuenca ensanchada.

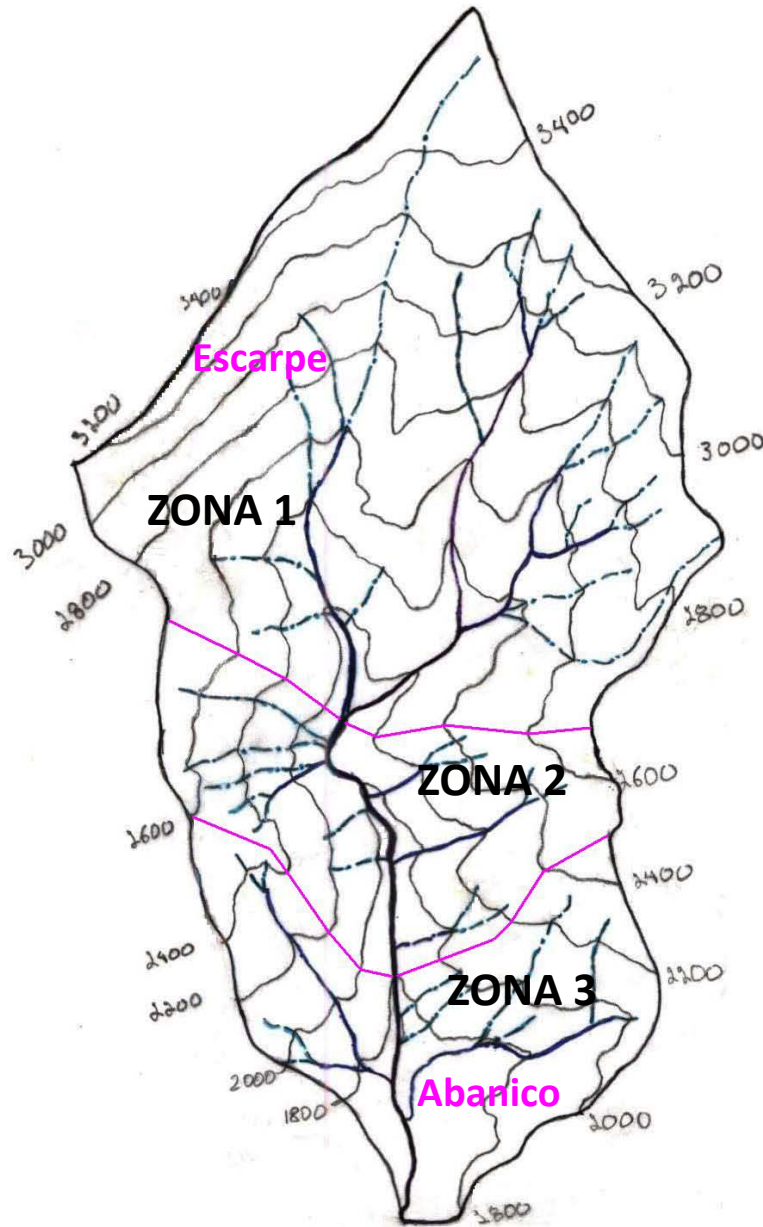


CONTINUACIÓN DEL TORRENTE HASTA EL ABANICO (Zonas 1 B y 2)

De la cota 1.780 a la 1.660 el cauce tiene una longitud adicional de 800 m cuya pendiente media es de 15 %, mientras que el área de drenaje hasta la cota inferior es ahora de 3,3 Km², es la Zona 1 de la microcuenca torrencial. Allí empieza una corta transición o Zona 2 de 600 m de longitud y 10 % de pendiente hasta la cota 1.600 m, donde se abre el ABANICO ALUVIAL.

MICROCUENCA MONTALBÁN , PARTE ALTA (Hasta el primer puente. Subcuenca Albarregas)

SÍNTESIS MORFOMÉTRICA



Área de drenaje: 10,8 Km².

Longitud axial: 6,0 Km

Relación de forma: 0,300.

Orden del cauce principal: 4

Longitud del cauce principal: 5,95 Km.

Pendiente media del cauce: 32,6 % . Por tramos:

43 % en la zona 1

19 % en la zona 2

10 % en la zona 3.

Densidad de drenaje: 2,85 Km/Km².

Pendiente media de cuenca: 71,8 %.

Altitudes extremas y centrales:

Máxima: 3.600 m.

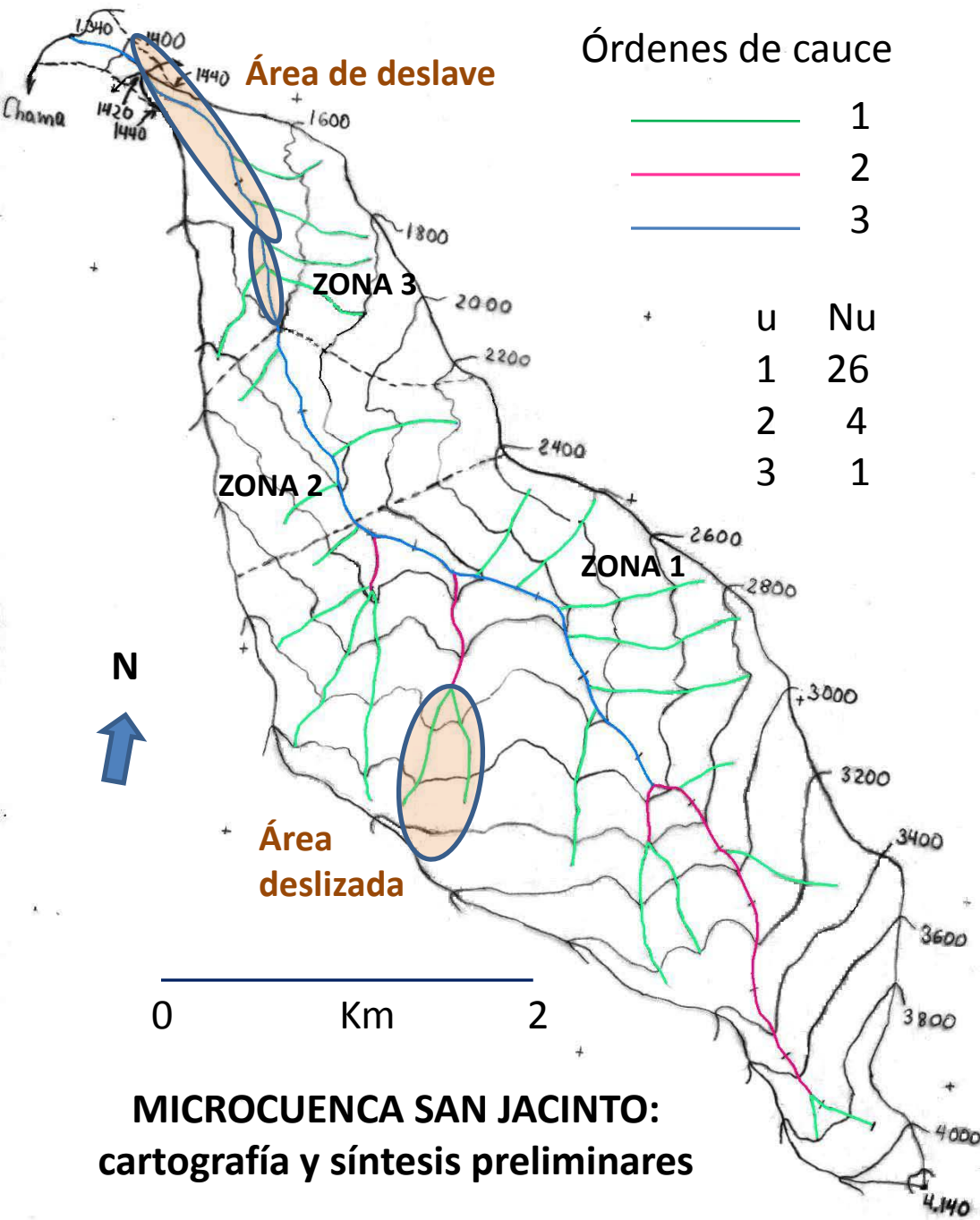
Modal 1: 2.700 m.

Mediana: 2.570 m.

Media: 2.570 m.

Modal 2: 2.300 m.

Mínima: 1.700 m.



Caracterización hasta el puente vial:

Área =	9,91 Km ²
Longitud axial =	7,35 Km
Ancho medio =	1,35 Km
Relación de forma =	0,183
Perímetro (divisoria) =	16,3 Km
Relación de circularidad =	0,469
Cota máxima =	4.140 m
Cota mínima =	1.420 m
Desnivel máximo =	2.720 m
Pendiente entre extremos =	37,0 %
Altitud media =	2.523 m
Altitud mediana =	2.463 m
Altitud modal =	2.453 m
Altitud máxima del cauce =	3.900 m
Longitud del cauce =	7.400 m
Pendiente media del cauce =	33,5 %
Orden del cauce principal =	3
Altitud del abanico (ápice) =	1.600 m
Longitud del abanico =	850 m
Pendiente del abanico =	10,9 %
Pendiente de aguas arriba =	40,0 %
Pendiente media de cuenca =	72,5 %

MICROCUEENCA SAN JACINTO:
cartografía y síntesis preliminares



Altitudes referenciales y zonas de la microcuenca San Jacinto (foto G. Silva desde estación Barinitas)

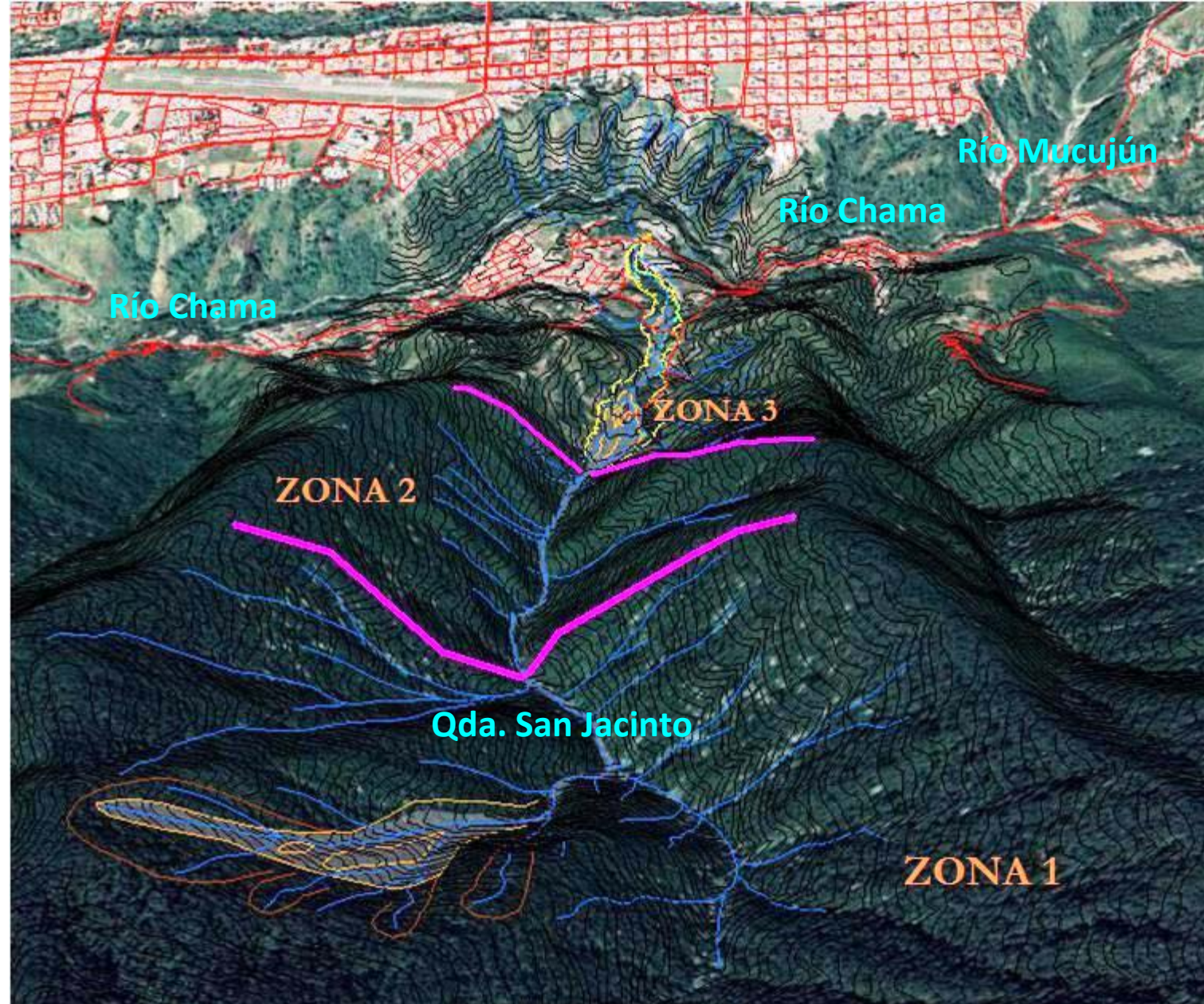


Image © 2019 CNES / Airbus

ZONAS DE LA MICROCUENCA DEL TORRENTE SAN JACINTO
(delimitación y rótulos sobre imagen de INPRADEM, Geóg. Nerio Ramírez)



CIUDAD DE MÉRIDA

Sistema Trolcable

Sistema teleférico de Mérida

Águilas Blancas

Raúl Leoni

Río Chama

La Pueblita

Río Chama

Qda San Jacinto

Ápice del abanico aluvial

PARTE BAJA (ZONA 3) DE LA MICROCUENCA DEL TORRENTE SAN JACINTO
(Rótulos y flechas sobre imagen de INPRADEM, Geóg. Nerio Ramírez)



Vista del abanico aluvial de San Jacinto después del evento de abril de 2019. Foto INPRADEM.

RESULTADOS MORFOMÉTRICOS DE LA
MICROCUCENCA SAN JACINTO HASTA EL
ÁPICE DEL ABANICO (I)

ÍNDICES DE FORMA

Variable	Unidad	Valor
Área	(Km ²)	8,50
Longitud axial	(Km)	5,80
Relación de forma		0,253
Perímetro	(Km)	13,5
Relación de circularidad		0,586

ÓRDENES Y LONGITUDES DE CAUCES

u	Nu	Rbu	$\Sigma li,u$ (m)	lu (m)
1	20	5	12.750	638
2	4	4	3.500	875
3	1	-	3.500	3.500
$\Sigma \Sigma li,u$			19.750	
Densidad de drenaje		Dd= 2,32	Km/Km ²	

PERFIL LONGITUDINAL DEL CAUCE PRINCIPAL

Tramo Nº	Cota Sup. (m)	Cota Inf. (m)	Desnivel (m)	Dist. Hor. (m)	Pendiente (%)
1	3.900	3.800	100	150	66,7
2	3.800	3.700	100	150	66,7
3	3.700	3.600	100	200	50,0
4	3.600	3.500	100	125	80,0
5	3.500	3.400	100	150	66,7
6	3.400	3.300	100	275	36,4
7	3.300	3.200	100	250	40,0
8	3.200	3.100	100	225	44,4
9	3.100	3.000	100	175	57,1
10	3.000	2.900	100	150	66,7
11	2.900	2.800	100	175	57,1
12	2.800	2.700	100	125	80,0
13	2.700	2.600	100	150	66,7
14	2.600	2.500	100	250	40,0
15	2.500	2.400	100	250	40,0
16	2.400	2.300	100	275	36,4
17	2.300	2.200	100	250	40,0
18	2.200	2.100	100	250	40,0
19	2.100	2.000	100	300	33,3
20	2.000	1.900	100	400	25,0
21	1.900	1.800	100	525	19,0
22	1.800	1.700	100	475	21,1
23	1.700	1.600	100	475	21,1
Ápice del abanico	Suma		2.300	5.750	St= 40,0 %

RESULTADOS MORFOMÉTRICOS DE LA MICROCUENCA SAN JACINTO HASTA EL ÁPICE DEL ABANICO (II)

HIPSOMETRÍA Y PENDIENTE DEL RELIEVE												
Nº	Clase hipsométrica		Marca	Área	Hi * Ai	Área sobre Inf.		Cota	Lc	Lci	Si	Si*Ai
	Inf. (m)	Sup. (m)	Hi (m)	Ai (Km2)		Σ Ai (Km2)	(%)	(m)	(Km)	(Km)	(%)	
								4.200	0,000	-	-	-
1	4.000	4.140	4.070	0,06	254	0,06	0,7	4.000	0,500	0,250	80,0	5,00
2	3.800	4.000	3.900	0,16	609	0,22	2,6	3.800	1,250	0,875	112,0	17,50
3	3.600	3.800	3.700	0,31	1.156	0,53	6,3	3.600	1,375	1,313	84,0	26,25
4	3.400	3.600	3.500	0,48	1.695	1,02	11,9	3.400	1,500	1,438	59,4	28,75
5	3.200	3.400	3.300	0,52	1.702	1,53	18,0	3.200	2,250	1,875	72,7	37,50
6	3.000	3.200	3.100	0,81	2.519	2,34	27,6	3.000	2,750	2,500	61,5	50,00
7	2.800	3.000	2.900	0,84	2.447	3,19	37,5	2.800	3,375	3,063	72,6	61,25
8	2.600	2.800	2.700	0,94	2.531	4,13	48,5	2.600	4,250	3,813	81,3	76,25
9	2.400	2.600	2.500	1,28	3.203	5,41	63,6	2.400	4,500	4,375	68,3	87,50
10	2.200	2.400	2.300	1,16	2.659	6,56	77,2	2.200	4,500	4,500	77,8	90,00
11	2.000	2.200	2.100	1,02	2.133	7,58	89,2	2.000	3,875	4,188	82,5	83,75
12	1.800	2.000	1.900	0,73	1.395	8,31	97,8	1.800	1,875	2,875	78,3	57,50
13	1.600	1.800	1.700	0,19	319	8,50	100,0	1.600	0,000	0,938	100,0	18,75
Desnivel máx.	2.540		Suma	8,50	22.623	H2 = 2.581 m		Suma	32,000	32,000	Suma	640,00
Pendiente (%)	43,8		Asim. (+)	H1 = 2.662 m		H3 = 2.453 m		Sm = 75,3 %			Sm = 75,3 %	

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS MORFOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA HASTA SU ÁPICE

1. El tamaño de la microcuenca torrencial es mediano, $8,50 \text{ Km}^2$, lo cual favorece la captación del agua de lluvia generadora del escurrimiento y la crecida.
2. La forma de la cuenca es alargada, $R_f=0,253$, por tanto este factor incide poco en el aumento del caudal máximo de la crecida y en el adelanto del tiempo al pico.
3. La densidad del drenaje de la microcuenca es alta, $2,32 \text{ Km/Km}^2$, lo cual acelera la escorrentía como respuesta a la tormenta desencadenante del evento torrencial.
4. La pendiente media de la quebrada es alta, $40,0 \%$, además es repetida en varios tramos del perfil longitudinal. Esta magnitud confiere una alta velocidad al flujo de la crecida y a ésta le otorga una enorme capacidad de transporte de sedimentos.
5. La pendiente media de la microcuenca es muy alta, 75% , lo cual promueve un intenso escurrimiento y una alta capacidad erosiva ante una lluvia fuerte, generando una alta capacidad de producción de sedimentos, influida por la condición geológica. La pendiente es escarpada, 112% , entre 3.800 y 4.000 msnm, en un ambiente rocoso.
6. La asimetría(-) en la altitud muestra un predominio de áreas comprendidas entre 2000 y 2800 msnm, donde se puede centrar una tormenta orográfico convectiva, por ejemplo.
7. En síntesis, la microcuenca San Jacinto es peligrosa y genera eventos como en abril 2019.

SIERRA NEVADA DE MÉRIDA



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



MICROCUEENNA LA VIRGEN