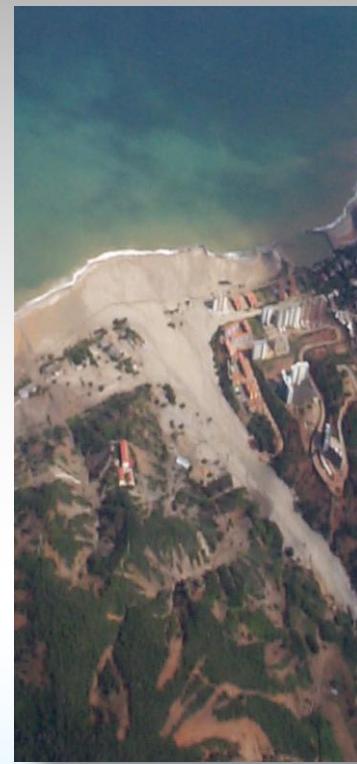
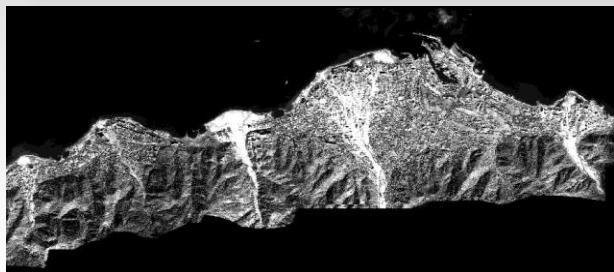




Crecidas, flujos de detritos e inundaciones en la Serranía del Litoral (tramo central) de Venezuela: Aproximaciones desde una perspectiva geomorfológica como experiencias de investigación



GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ZONIFICACIÓN
DE AMENAZA POR AVENIDAS TORRENCIALES

Williams Méndez



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas

Escuela de Ingeniería Civil

Departamento de Construcciones Civiles

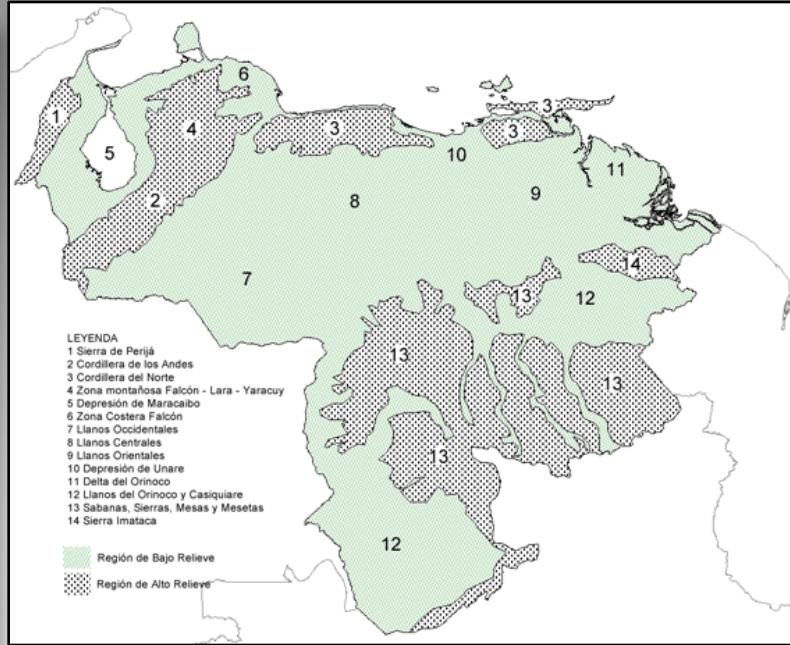
Grupo de Investigación Georiesgos



BOGOTÁ - COLOMBIA, 26 DE AGOSTO DE 2020

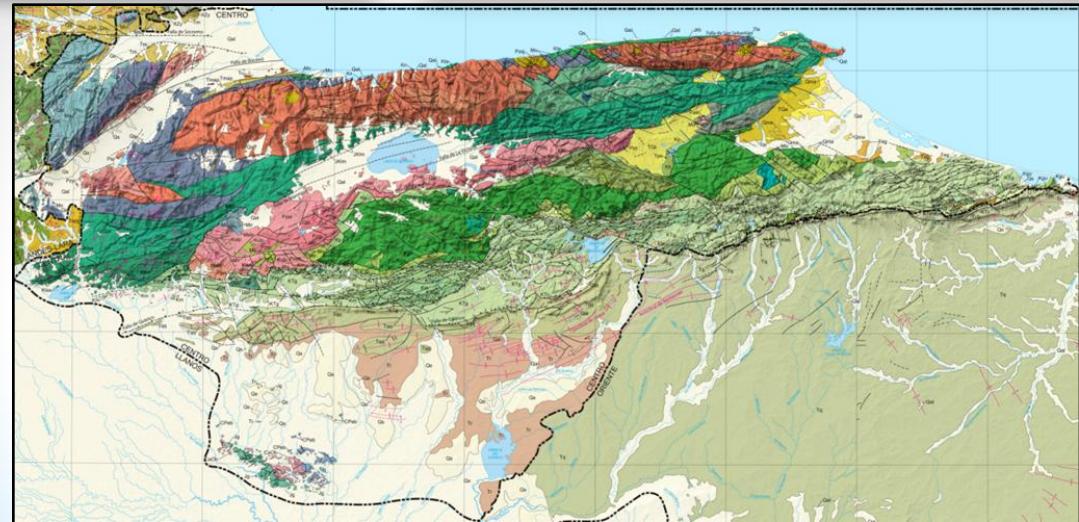
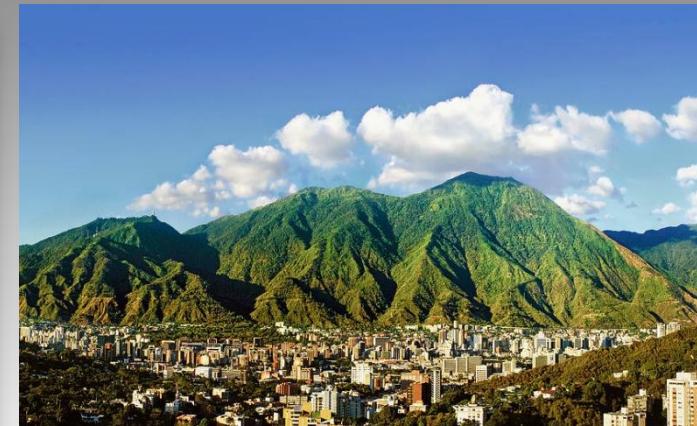
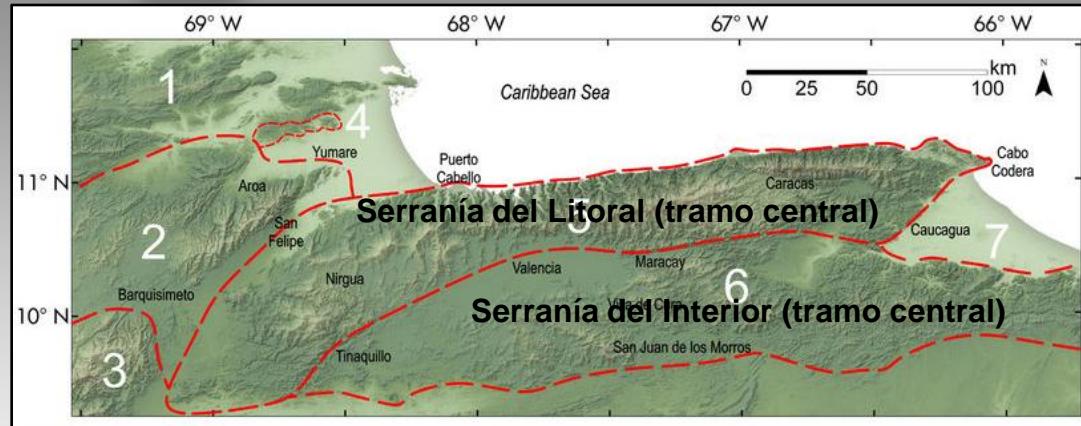


Contexto físico-geográfico: Serranía del Litoral (tramo central)



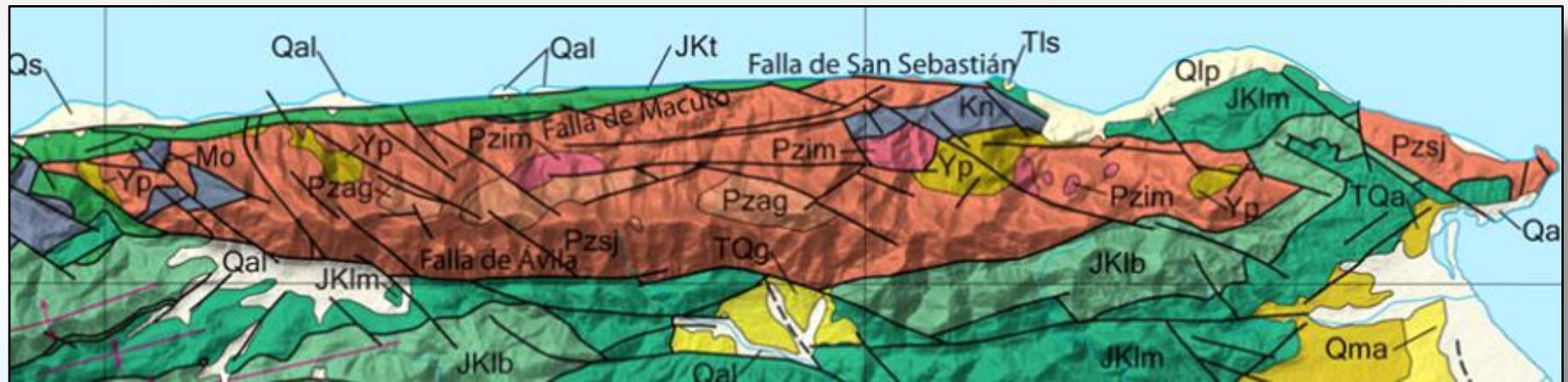


Contexto físico-geográfico: Serranía del Litoral (tramo central)





Contexto físico-geográfico: Serranía del Litoral (tramo central)





Contexto físico-geográfico: Serranía del Litoral (tramo central)





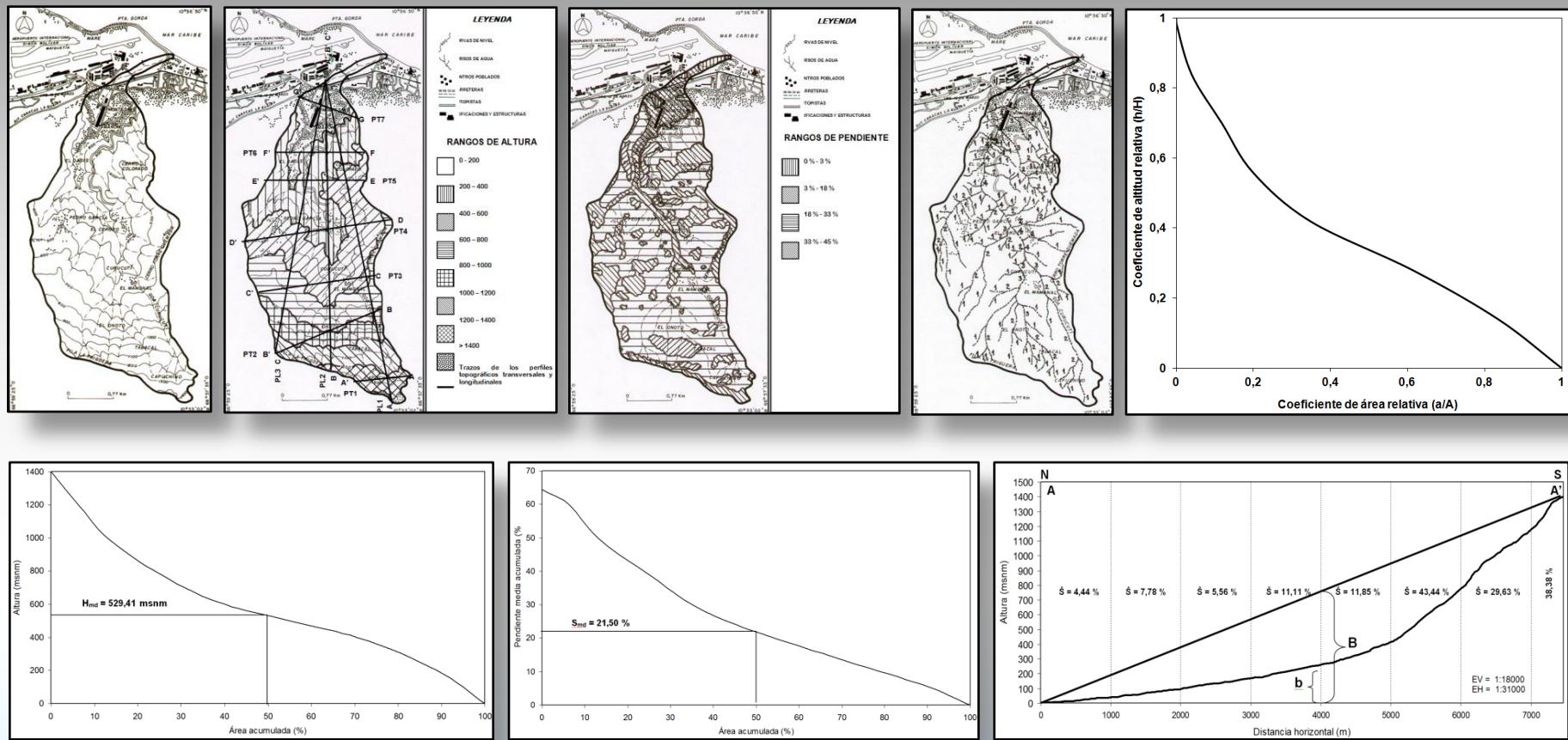
Contexto físico-geográfico: Serranía del Litoral (tramo central)





Hidrogeomorfología de la microcuenca de drenaje de la quebrada Curucutí, vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Interpretación de los parámetros morfométricos





Hidrogeomorfología de la microcuenca de drenaje de la quebrada Curucutí, vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

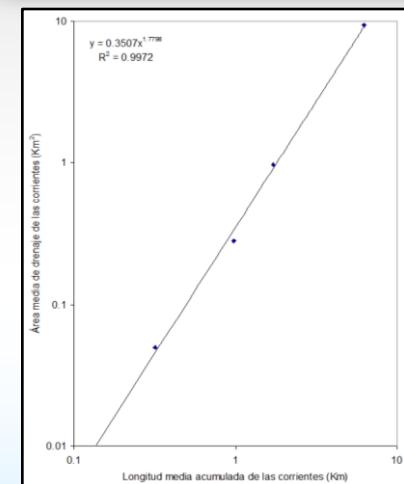
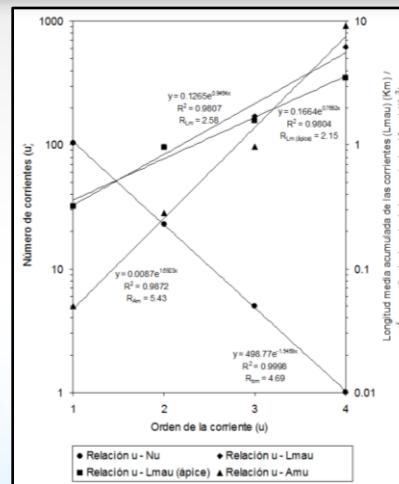
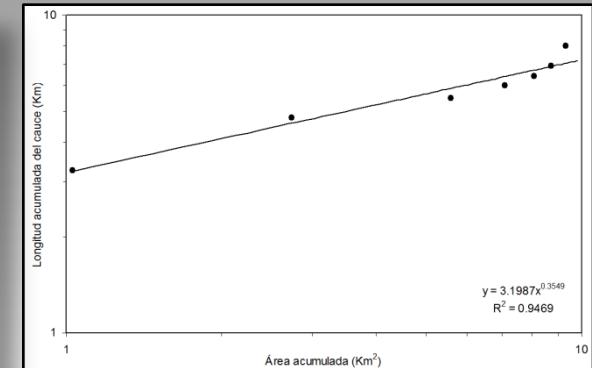
Interpretación de los parámetros morfométricos

Cuadro 2. Características morfométricas de la microcuenca de la quebrada Curucutí, estado Vargas-Venezuela

Variable	Parámetro	Magnitud
Escala de la cuenca	Área	9,31 Km ²
	Perímetro	17 Km
	Longitud	5,95 Km
	Ancho	2,65 Km
	Diámetro	3,44 Km
Gradiente y forma del relieve de la cuenca	Altura máxima	1400 msnm
	Altura mínima	0 msnm
	Altura mediana	529,41 msnm
	Relieve máximo	1400 msnm
	Radio del relieve	0,24
	Pendiente mediana	21,50 %
	Pendiente media del perfil longitudinal de la corriente principal	16,25 %
	Concavidad del perfil longitudinal de la corriente principal	0,37
Forma de la cuenca	Elongación	0,51
	Perímetro relativo de crenulación	31,04
	Radio de crenulación	0,88
	Forma de la cuenca	0,26
	Coeficiente de compasidad	1,56
Extensión de la red de drenaje	Longitud de la corriente principal	7,48 Km
	Longitud total de las corrientes de la red de drenaje	56,70 Km
	Densidad de drenaje	6,09 Km/Km ²
	Coeficiente de mantenimiento del canal	0,16 Km ² /Km

Cuadro 4. Orden y magnitud de las corrientes de la red de drenaje de la microcuenca de la quebrada Curucutí, estado Vargas - Venezuela

Orden de la corriente	Número de corrientes	Relación de bifurcación	Longitud total de las corrientes (Km)	Longitud media de las corrientes (Km)	Longitud media acumulada de las corrientes (Km)	Relación de longitud
1	104		33,50	0,32	0,32	
2	23	4,52	15,00	0,65	0,97	2,03
3	5	4,60	3,70	0,74	1,71	1,14
4	1	5,00	4,50	4,50	6,21	6,08
Orden de la corriente	Número de áreas de drenaje	Área total de drenaje de las corrientes (Km ²)	Área media de drenaje de las corrientes (Km ²)	Área media acumulada de drenaje de las corrientes (Km ²)	Relación de área	
1	104	5,27	0,05	0,05		
2	23	6,45	0,28	0,33	5,60	
3	5	4,84	0,97	1,30	3,46	
4	1	9,31	9,31	10,61	9,60	
Coeficiente de torrencialidad =		11,17				





Hidrogeomorfología de la microcuenca de drenaje de la quebrada Curucutí, vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Calibración del modelo Hidrograma Unitario Instantáneo Geomorfológico (HUIG)

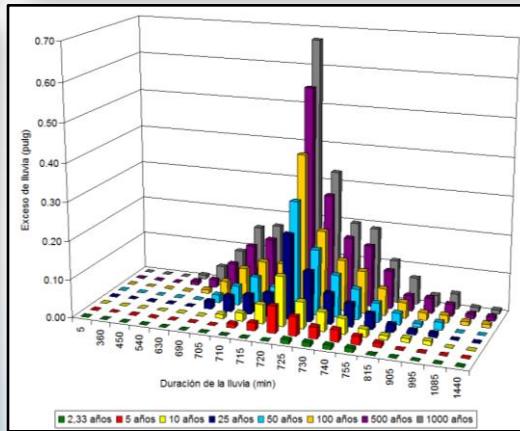
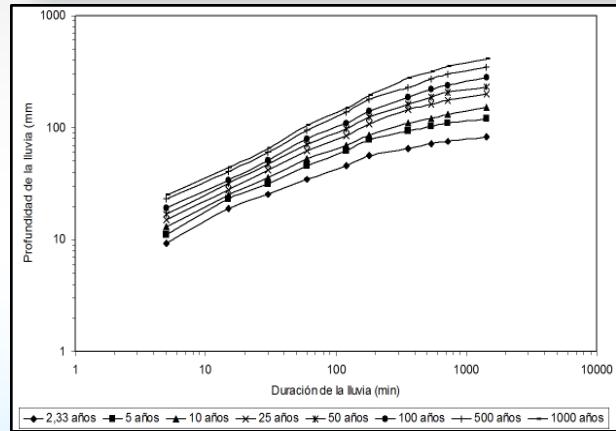
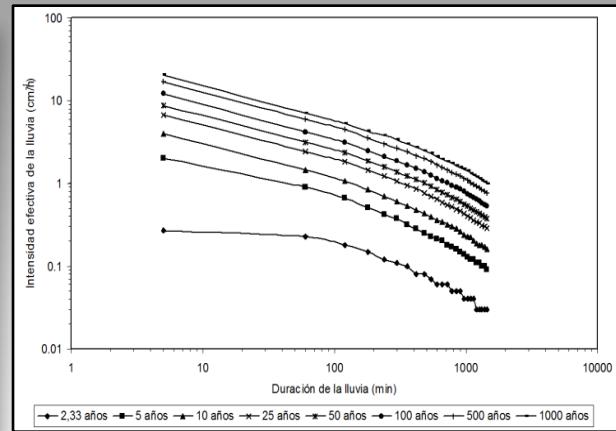
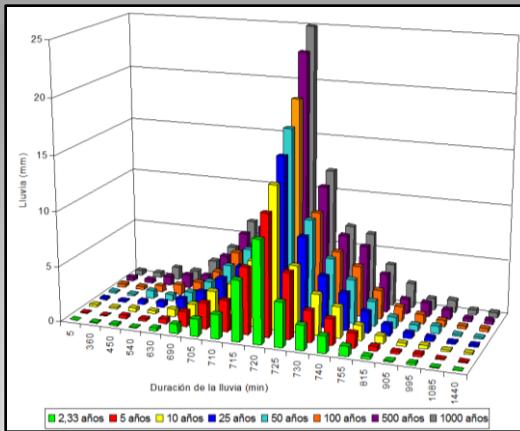
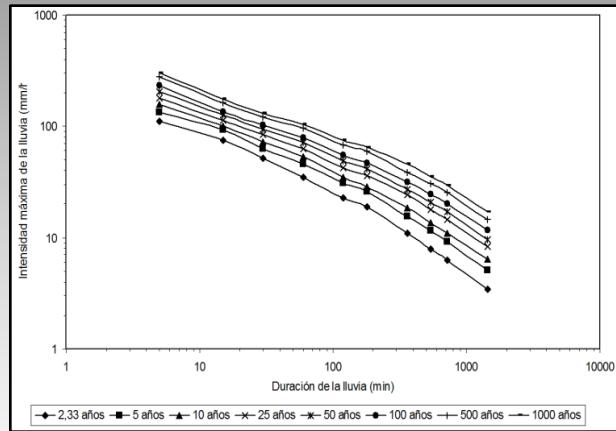


Tabla 4. Tiempos de concentración de la microcuenca de drenaje de la quebrada Curucutí, estado Vargas, Venezuela.

Posición geomorfológica	Valores empleados en los cálculos		Tiempo de concentración	
	Longitud del cauce principal (L) (m)	Pendiente promedio del cauce principal (S) (m/m)	h	min
Desembocadura de la quebrada Curucutí en el mar (0 msnm)	7.458	0,1812	0,60	36,10
Apice del abanico aluvial (125 msnm)	5.113	0,2731	0,38	23,84





Hidrogeomorfología de la microcuenca de drenaje de la quebrada Curucutí, vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Calibración del modelo Hidrograma Unitario Instantáneo Geomorfológico (HUIG)

Tabla 5. Parámetros de la sección de interés (ápice del abanico) utilizados en la estimación de los caudales pico de crecientes de la microcuenca de drenaje de la quebrada Curucutí, estado Vargas, Venezuela.		
Parámetro	Símbolo	Magnitud
Morfométricos	Área	A
	Pendiente media de la corriente de orden más alto	S_m
	Longitud total de la corriente de orden más alto	L_4
	Relación de longitud	R_L
	Ancho máximo del cauce de la corriente de orden más alto	B
	Coeficiente de rugosidad (n de Manning) del lecho de la corriente de orden más alto	N

Tabla 6. Hidrogramas unitarios y caudales pico de crecientes de distintos períodos de retorno de la microcuenca de drenaje de la quebrada Curucutí, estado Vargas, Venezuela.							
Período de retorno (Tr) (años)	Duración de la lluvia (T) en la que se observó el caudal pico (min)	Exceso de lluvia acumulado (Pe) (cm)	Exceso de lluvia efectiva (i_e) (cm/h ⁻¹)	Intensidad de la lluvia efectiva (i_e) (cm/h ⁻¹)	Pico (Q_p) (h ⁻¹)	Tiempo al pico (t_p) (h)	Caudal pico (Q_p) (m ³ /s ⁻¹)
2,33	85	0,01	0,31	0,22	0,40	1,27	0,81
5	80	0,05	1,08	0,81	0,68	0,75	8,33
10	40	0,10	1,21	1,82	0,94	0,54	21,43
25	45	0,14	2,12	2,83	1,12	0,45	52,16
50	40	0,21	2,62	3,93	1,28	0,40	85,61
100	45	0,27	3,60	4,80	1,38	0,37	134,96
500	60	0,30	5,91	5,91	1,50	0,34	245,14
1000	60	0,38	7,08	7,08	1,62	0,31	339,36

Tabla 7. Comparación de los caudales pico de crecientes obtenidos por el modelo del HUIG con los obtenidos por otros autores por el modelo de onda cinemática, en la microcuenca de drenaje de la quebrada Curucutí, estado Vargas, Venezuela.

Período de retorno (tr) (años)	Caudales pico de crecientes	
	HUIG (m ³ /s ⁻¹)	Onda cinemática ⁽¹⁾ (m ³ /s)
2,33	0,81	-
5	8,33	26
10	21,43	47
25	52,16	85
50	85,61	112
100	134,96	148
500	245,14	207
1000	339,36	-
Coeficiente de correlación =		0,98





Hidrogeomorfología de la microcuenca de drenaje de la quebrada Curucutí, vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Artículos publicados

Revista Geográfica Venezolana, Vol. 47(1) 2006, 29-55

Análisis morfométrico de la microcuenca de la quebrada Curucutí, estado Vargas-Venezuela

*Morphometric analysis of the Curucutí Creek catchment,
Vargas State-Venezuela*

Méndez Williams* y Marcucci Ettore**

Recibido: enero, 2005 / Aceptado: septiembre, 2005



Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V., Vol. 22, N° 1, pp. 5–20, 2007

GEOMORFOLOGÍA Y RESPUESTA HIDROLÓGICA DE LA MICROCUENCA DE DRENAJE DE LA QUEBRADA CURUCUTÍ, ESTADO VARGAS, VENEZUELA

WILLIAMS MÉNDEZ¹, JOSÉ CÓRDOVA², SCARLET CARTAYA¹ Y HENRY PACHECO¹

¹Núcleo de Investigación «Estudios del Medio Físico Venezolano», Departamento de Ciencias de la Tierra, Instituto Pedagógico de Caracas, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas, Venezuela.
e-mail: wjmendezmata@yahoo.com, scartaya@yahoo.com, henrypacheco@hotmail.com

²Departamento de Ingeniería Hidráulica, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. e-mail: jcordova@usb.ve

Recibido: noviembre de 2006

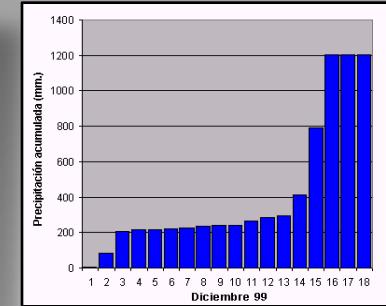
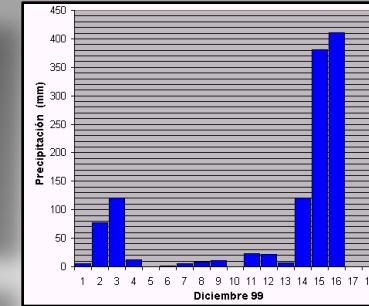
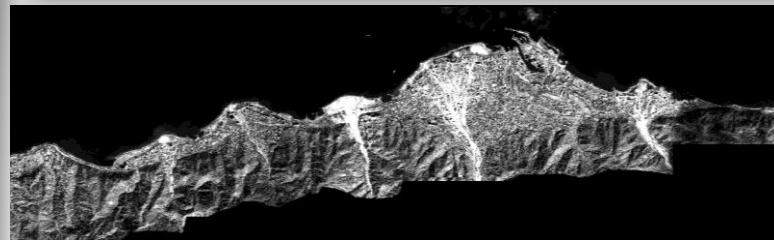
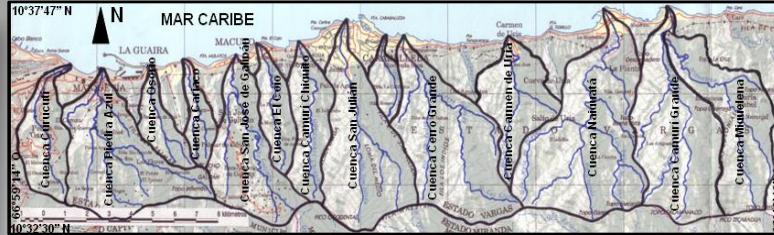
Recibido en forma final revisado: abril de 2007





Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Detonante y efectos morfodinámicos



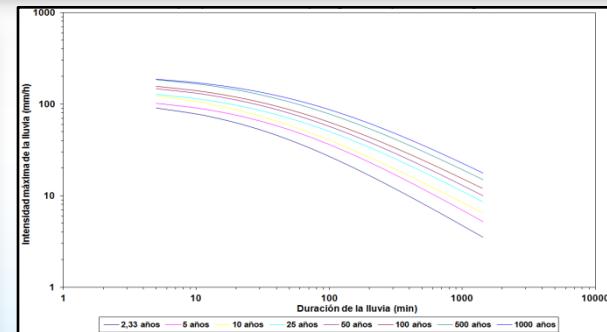
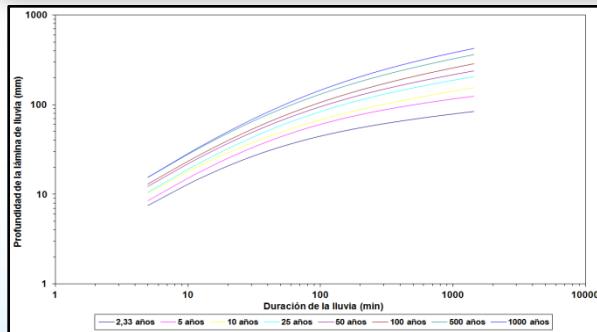
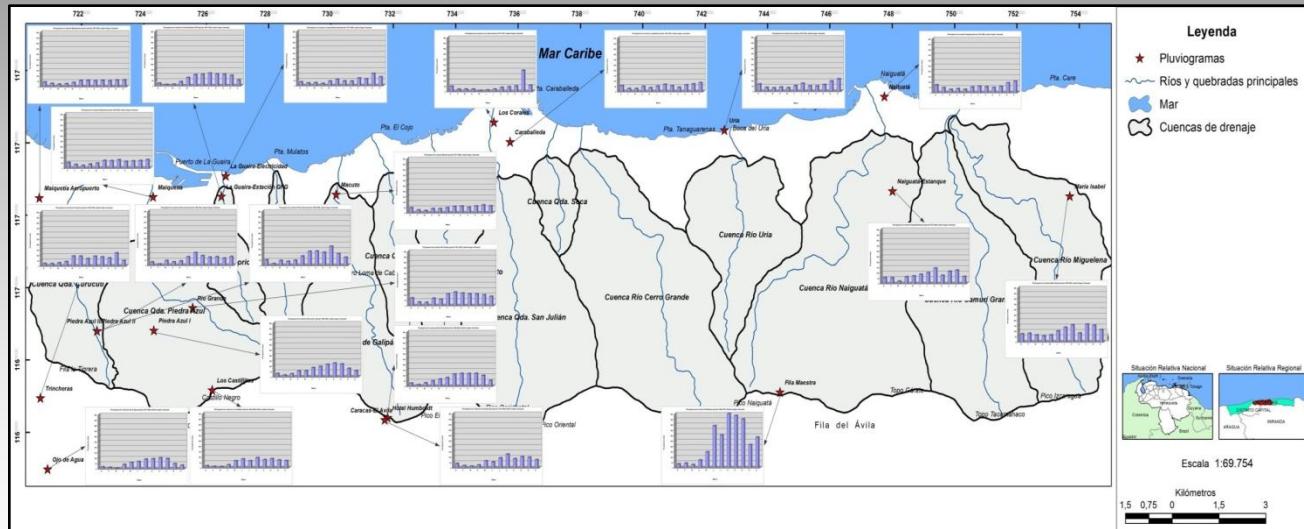
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total
Prec. (mm)	8,0	77,3	121,2	11,8	0,0	1,1	5,0	8,1	10,4	0,0	23,2	21,8	7,1	120,0	380,7	410,4	2,9	1.209





Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

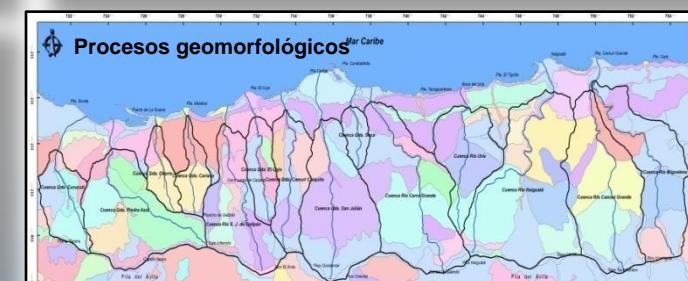
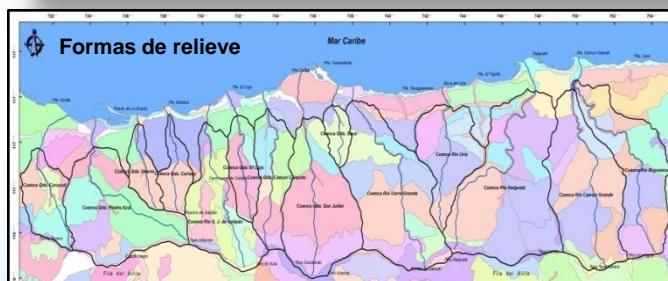
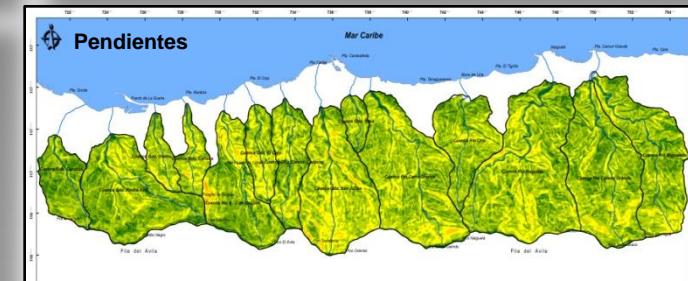
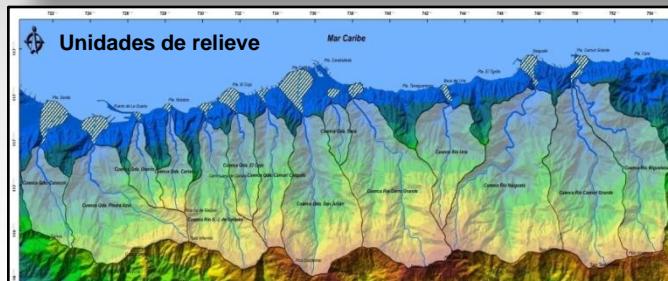
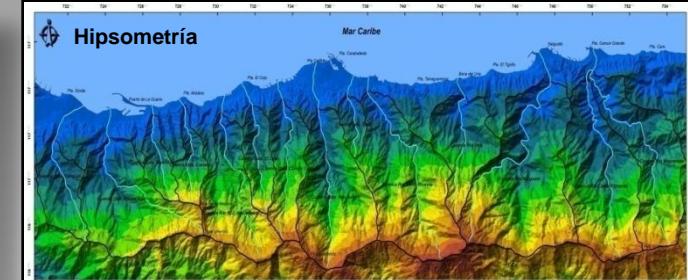
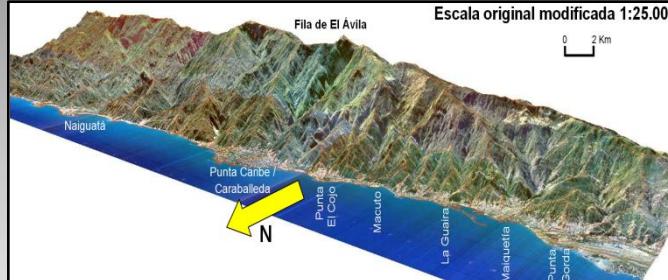
Espacio-temporalidad de las lluvias y frecuencia de eventos extremos





Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

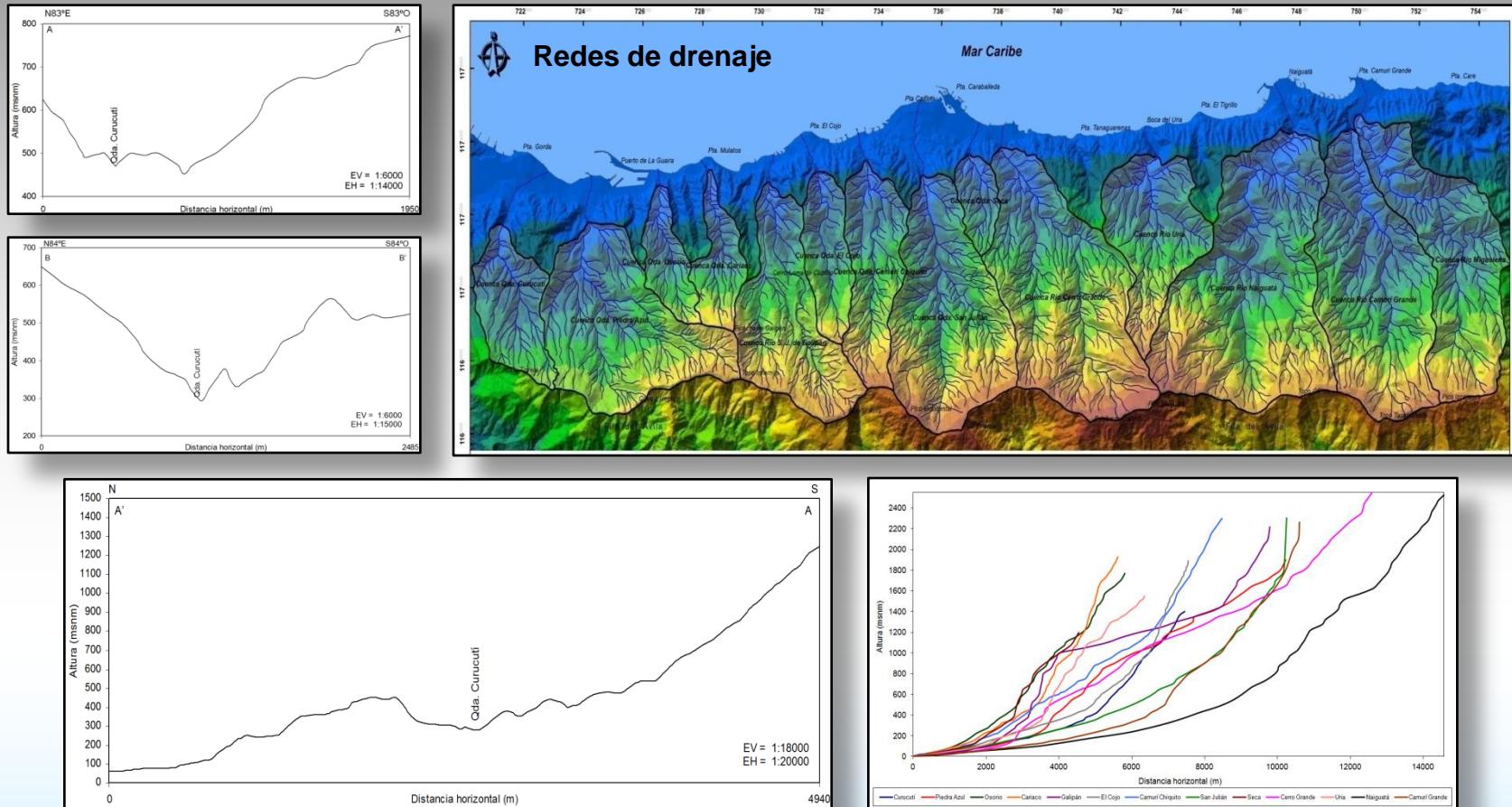
Geomorfología de las cuencas y características hidrográficas





Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Geomorfología de las cuencas y características hidrográficas





Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Parámetros de respuesta hidrológica

Parámetros de Respuesta Hidrológica de las Cuencas de Drenaje							
Cuenca	Caudal máximo instantáneo previo al alud (Tr = 100 años) (Q _{mi-pre-alud}) (m ³ /s)	Caudal máximo instantáneo posterior al alud (Tr = 100 años) (Q _{mi-post-alud}) (m ³ /s)	Volumen de crecidas posterior al alud (Tr = 100 años) (V _{cpos-alud}) (Hm ³)	Coeficiente de escorrentía (C _e)	Volumen de detritos (evento Diec. 1999) (V _d) (m ³)	Volumen de detritos previo al alud (Tr = 100 años) (V _{dpre-alud}) (m ³)	Volumen de detritos posterior al alud (Tr = 100 años) (V _{dpost-alud}) (m ³)
Quebrada Curutí	148	159	1,39	0,56	—	—	—
Quebrada Piedra Azul	387	413	3,77	0,61	2.217.861	1.313.876,6	1.450.556,8
Quebrada Osorio	72	80	0,70	0,60	839.182	484.302,0	559.328,6
Quebrada Cariaco	91	115	0,95	0,67	1.000.866	598.214,6	763.351,3
Río San José de Galipán	290	320	2,79	0,63	1.616.197	949.933,7	1.105.391,8
Quebrada El Cojo	101	114	1,05	0,60	1.142.693	645.815,8	785.742,1
Quebrada Camuri Chiquito	180	204	1,86	0,66	1.789.882	790.841,8	955.779,3
Quebrada San Julián	410	448	3,91	0,62	2.636.280	1.167.764,1	1.339.309,2
Quebrada Seca	60	71	0,60	0,66	1.616.905	701.950,7	924.004,9
Río Cerro Grande	449	500	5,00	0,64	1.680.163	726.539,7	855.618,0
Río Uria	219	260	2,37	0,66	1.396.063	594.491,5	773.861,3
Río Naiguatá	489	544	5,48	0,60	2.070.029	1.171.900,4	1.379.301,3
Río Camuri Grande	365	401	3,78	0,57	2.225.500	1.268.855,7	1.393.452,4
Valor máximo =	489	544	5,48	0,67	2.636.280	1.313.876,60	1.450.556,80
Valor mínimo =	60	71	0,60	0,56	839.182	484.302	559.328,60
Media =	250,85	279,15	2,59	0,62	1.685.968,42	867.840,55	1.023.799,75
Moda =	—	—	—	0,60	—	—	—
Mediana =	219	260	2,37	0,62	1.648.534	758.690,75	939.892,10
Varianza =	23953,14	28293,31	2,78	0,00	291879464928,81	86006404768,72	90624073612,82
Desviación estándar =	154,77	168,21	1,67	0,04	540.258,70	293.268,49	301.038,33
Asimetría =	0,21	0,22	0,41	-0,24	0,08	0,40	0,21
Curtosis =	-1,63	-1,55	-1,18	-0,97	-0,65	-1,51	-1,41
Coeficiente de variación =	0,62	0,60	0,64	0,06	0,32	0,34	0,29
Primer cuartil =	101,00	115,00	1,05	0,60	1.332.720,50	633.915,50	782.771,90
Segundo cuartil =	219,00	260,00	2,37	0,62	1.648.534	758.690,75	939.892,10
Tercer cuartil =	387,00	413,00	3,78	0,66	2.106.987	1.168.798,18	1.349.252,23



Tiempos de Concentración de Cuencas de Drenaje y Velocidades Promedios del Flujo en los Cauces Principales de las Quebradas y Ríos de la Vertiente Norte del Macizo "El Ávila", Estado Vargas, Venezuela

Cuenca	Tiempo de concentración (t _c)			Velocidad promedio del flujo (V _{mf})		
	h	min	s	Km/h	m/s	cm/s
Qda. Curucuti	0,40	24,07	1444,27	12,74	3,54	353,99
Qda. Piedra Azul	0,59	35,43	2125,62	15,20	4,22	422,23
Qda. Osorio	0,38	23,08	1385,01	14,22	3,95	394,94
Qda. Cariaco	0,37	22,04	1322,22	14,29	3,97	397,06
Río San José de Galipán	0,59	35,40	2124,06	15,75	4,37	437,37
Qda. El Cojo	0,44	26,60	1595,85	15,18	4,22	421,72
Qda. Camuri Chiquito	0,52	30,98	1858,54	15,11	4,20	419,69
Qda. San Julián	0,51	30,68	1840,79	16,23	4,51	450,89
Qda. Seca	0,29	17,35	1040,73	12,28	3,41	341,11
Río Cerro Grande	0,69	41,58	2495,03	16,95	4,71	470,94
Río Uria	0,48	28,69	1721,68	14,55	4,04	404,26
Río Naiguatá	0,78	46,80	2808,07	17,37	4,83	482,54
Río Camuri Grande	0,60	36,17	2170,45	15,57	4,33	432,63
Valor máximo =	0,78	46,80	2808,07	17,37	4,83	482,54
Valor mínimo =	0,29	17,35	1040,73	12,28	3,41	341,11
Media =	0,51	30,68	1840,95	15,04	4,18	417,64
Moda =	—	—	—	—	—	—
Mediana =	0,51	30,68	1840,79	15,18	4,22	421,72
Varianza =	0,02	69,03	248514,66	2,14	0,17	1653,43
Desviación estándar =	0,14	8,31	498,51	1,46	0,41	40,66
Asimetría =	0,35	0,35	0,35	-0,38	-0,38	-0,38
Curtosis =	-0,27	-0,27	-0,27	0,03	0,03	0,03
Coeficiente de variación =	0,27	0,27	0,27	0,10	0,10	0,10
Primer cuartil =	0,40	24,07	1444,27	14,29	3,97	397,06
Segundo cuartil =	0,51	30,68	1840,79	15,18	4,22	421,72
Tercer cuartil =	0,59	35,43	2125,62	15,75	4,37	437,37





Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Morfometría de las cuencas y de sus redes de drenaje



Parámetros Morfométricos (Estadísticos Descriptivos) de las Cuencas y Redes de Drenaje										
Estadístico	A (Km 2)	Av_{may} (Km 2)	Av_{men} (Km 2)	P (Km)	L (Km)	a (Km)	$a_{máx}$ (Km)	D (Km)	Ar (Km 2)	Pc (Km)
Valor máximo	31,38	25,55	8,83	25,10	8,70	3,74	6,18	6,32	51,79	19,86
Valor mínimo	2,89	1,63	1,26	6,80	2,88	1,00	1,40	1,92	4,03	6,03
Media	13,89	9,23	4,65	16,15	6,08	2,06	3,26	3,97	22,05	12,46
Des. estándar	9,32	7,23	2,66	5,65	1,83	0,92	1,50	1,45	15,10	4,57
Estadístico	h (msnm)	H (msnm)	Hm (msnm)	H_n (msnm)	h_d (msnm)	Rm (m)	R (m/Km)	P_m (m/m)	C_p (m/m)	Pcp_m (m/m)
Valor máximo	125	2770	1316,76	2550	125	2745	442,50	0,34	0,71	0,41
Valor mínimo	25	1280	547,71	1200	25	1230	270,83	0,24	0,00	0,20
Media	48,85	2122,08	939,70	2040,38	48,85	2073,23	353,45	0,30	0,39	0,27
Des. estándar	32,09	451,05	242,75	409,76	32,09	461,45	62,27	0,03	0,24	0,07
Estadístico	$Rnep$ (m)	Ft	Ptc_m (m/m)	IH	Cm (msnm/Km 2)	Co	Rr (m/Km)	NR	E	Prc
Valor máximo	2525	1367,37	0,82	0,55	195,57	154518,28	180,88	0,91	0,68	25,94
Valor mínimo	1150	666,30	0,50	0,35	34,74	36620,01	92,20	0,42	0,48	16,00
Media	1991,54	1020,23	0,65	0,43	98,66	84764,85	136,94	0,63	0,57	21,38
Des. estándar	423,28	205,03	0,08	0,05	57,20	38089,63	32,19	0,16	0,06	2,80
Estadístico	Kc	Ia	Ih	Is	Ff	Ac	Re	RC	If	ICo
Valor máximo	1,43	3,01	0,77	4,38	0,46	2,08	0,76	0,79	2,03	1,13
Valor mínimo	1,12	1,36	0,51	1,01	0,23	1,48	0,54	0,48	1,60	1,13
Media	1,29	2,03	0,64	1,89	0,33	1,77	0,64	0,60	1,84	1,13
Des. estándar	0,09	0,52	0,07	1,00	0,07	0,20	0,07	0,08	0,12	0,00
Estadístico	Cf	Cr	Lcp (Km)	Lv_m (Km)	Ltc (Km)	S	St	Sh	Cg (Km)	Dd (Km/Km 2)
Valor máximo	0,46	3,40	13,55	11,00	255,55	1,66	1,34	13,55	11,00	255,55
Valor mínimo	0,23	1,72	3,55	3,00	34,03	1,09	1,02	3,55	3,00	34,03
Media	0,33	2,50	7,86	6,75	123,33	1,33	1,13	7,86	6,75	123,33
Des. estándar	0,07	0,57	2,80	2,45	76,08	0,15	0,10	0,09	1,40	2,43
Estadístico	Td (Km $^{-1}$)	Cmc (Km 2 /Km)	Em (Km)	Lfs (Km)	Tt	Id (Km)	Am	N_t	u	R_{bm}
Valor máximo	1136,46	0,18	0,04	0,10	1,52	5,21	2,80	1120	6	4,99
Valor mínimo	87,08	0,07	0,02	0,03	1,06	2,75	1,83	169	4	3,58
Media	430,41	0,11	0,03	0,05	1,30	4,09	2,27	497,54	5,15	4,10
Des. estándar	288,61	0,03	0,01	0,02	0,12	0,71	0,32	323,65	0,69	0,44
Estadístico	R_{Lm}	R_{pm}	F_{mc} (N $_i$ /Km 2)		Ct (N $_i$ /Km 2)	Ca	M (N $_i$)			
Valor máximo	2,84	1,66	76,92		60,85	0,58				886
Valor mínimo	1,92	1,16	15,48		11,72	0,50				127
Media	2,26	1,41	40,83		31,51	0,55				384,54
Des. estándar	0,23	0,15	16,97		13,47	0,02				253,84

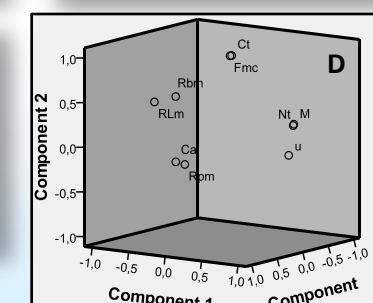
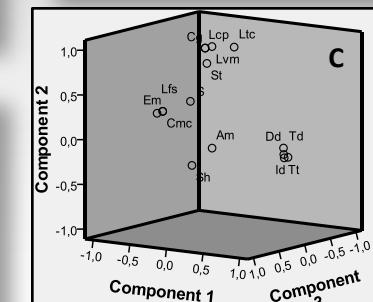
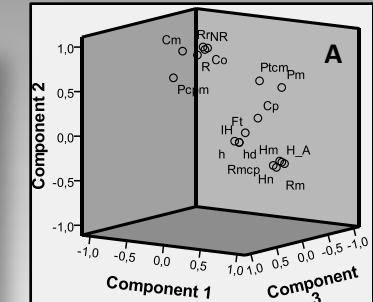
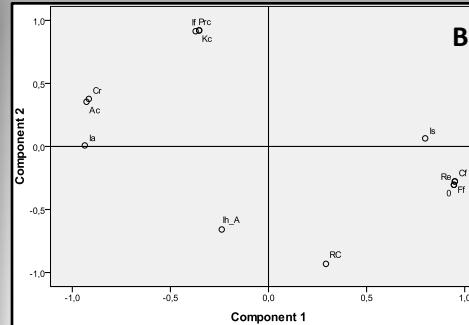
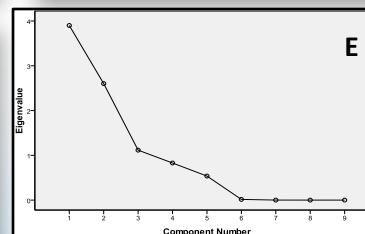
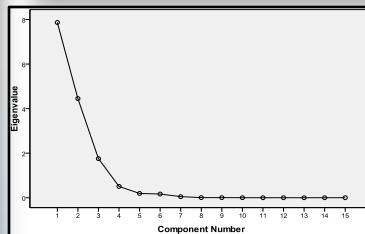
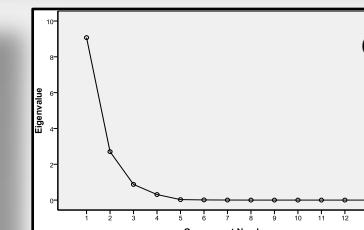
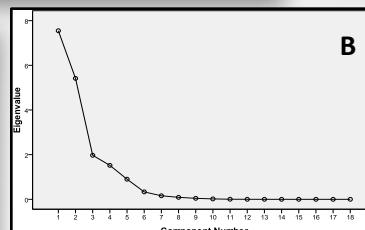
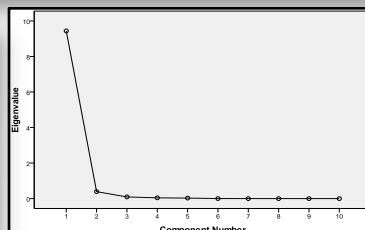




Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Relaciones parámetros morfométricos – respuestas hidrológicas

Varianza Total Explicada para los CP de las Variables Morfométricas										
Variable	Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
		Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
Escala de la cuenca (incluye 10 parámetros morfométricos)	1	9,438	94,381	94,381*	9,438	94,381	94,381	—	—	—
Gradiente y forma del relieve de la cuenca (incluye 18 parámetros morfométricos)	1	7,548	41,935	41,935	7,548	41,935	41,935	6,149	34,161	34,161
	2	5,415	30,082	72,016	5,415	30,082	72,016	5,757	31,984	66,145
	3	1,971	10,952	82,969	1,971	10,952	82,969	2,274	12,636	78,781
	4	1,520	8,446	91,415	1,520	8,446	91,415	2,274	12,634	91,415
Forma de la cuenca (incluye 13 parámetros morfométricos)	1	9,072	69,788	69,788	9,072	69,788	69,788	7,333	56,409	56,409
	2	2,703	20,792	90,579	2,703	20,792	90,579	4,442	34,170	90,579
Extensión de la red de drenaje (incluye 15 parámetros morfométricos)	1	7,867	52,447	52,447	7,867	52,447	52,447	6,790	45,264	45,264
	2	4,450	29,670	82,117	4,450	29,670	82,117	4,799	31,991	77,256
	3	1,755	11,699	93,815	1,755	11,699	93,815	2,484	16,559	93,815
Orden y magnitud de la red de drenaje (incluye 9 parámetros morfométricos)	1	3,900	43,338	43,338	3,900	43,338	43,338	3,886	43,183	43,183
	2	2,602	28,912	72,250	2,602	28,912	72,250	2,338	25,978	69,161
	3	1,116	12,396	84,646	1,116	12,396	84,646	1,394	15,485	84,646





Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Relaciones parámetros morfométricos – respuestas hidrológicas

Resumen de los Modelos Generados por el ARLM Entre los Componentes Principales de los Parámetros Morfométricos de la Variable Escala de la Cuenca (Variables Independientes o Predictores) y los Parámetros de Respuesta Hidrológica (Variables Dependientes) Observados, en Cuencas y Redes de Drenaje de la Vertiente Norte del Macizo "El Ávila", Estado Vargas, Venezuela

Parámetro de respuesta hidrológica	^a r ^b	R ^c ^b	R ^d ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticas de cambio					Prueba Durbin – Watson
					Cambio R ^e	Cambio F ^f	Gl ^g 1	Gl 2	Significación de cambio F	
Caudal máximo instantáneo previo al alud (Tr = 100 años) (m ³ /s)	0,990	0,980	0,978	23,017	0,80	531,573	1	11	0,000	1,449
Caudal máximo instantáneo posterior al alud (Tr = 100 años) (m ³ /s)	0,992	0,984	0,983	22,000	0,84	690,517	1	11	0,000	1,375
Volumen de crecidas posterior al alud (Tr = 100 años) (Hm ³)	0,994	0,988	0,987	0,19240	0,988	890,331	1	11	0,000	1,450
Coeficiente de escorrentía	0,246	0,061	-0,025	0,03599	0,061	0,710	1	11	0,417	1,464
Volumen de detritos (evento Diciembre 1999) (m ³)	0,733	0,538	0,492	385196,763	0,538	11,639	1	10	0,007	1,381
Volumen de detritos previo al alud (Tr = 100 años) (m ³ /s)	0,742	0,551	0,506	2,06182E5	0,551	12,255	1	10	0,006	1,538
Volumen de detritos posterior al alud (Tr = 100 años) (m ³ /s)	0,730	0,533	0,486	2,15815E5	0,533	11,403	1	10	0,007	1,817
Tiempo de concentración (min)	0,939	0,881	0,870	2,99502	0,881	81,349	1	11	0,000	1,979

^ar = coeficiente de correlación. ^bR^c = índice de determinación. ^dF = Prueba de Fischer. ^eGl = grados de libertad.

Coefficientes de los Modelos Generados por el ARLM Entre los Componentes Principales de los Parámetros Morfométricos de la Variable Escala de la Cuenca (Variables Independientes o Predictores) y los Parámetros de Respuesta Hidrológica (Variables Dependientes) Observados, en Cuencas y Redes de Drenaje de la Vertiente Norte del Macizo "El Ávila", Estado Vargas, Venezuela

Parámetro de respuesta hidrológica	Componente	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig	Intervalo de confidencia para β (95 %)		Correlaciones			Estadísticas de colinealidad	
		β	Error estandar				Límite inferior	Límite superior	Orden cero	Parcial	Parte	Tolerancia	VIF
Caudal máximo instantáneo previo al alud (Tr = 100 años) (m ³ /s)	Constante	250,846	6,384	–	39,295	0,000	236,796	264,897	–	–	–	–	–
	1	153,191	6,644	0,990	23,056	0,000	138,567	167,815	0,990	0,990	0,990	1,000	1,000
Caudal máximo instantáneo posterior al alud (Tr = 100 años) (m ³ /s)	Constante	279,154	6,102	–	45,751	0,000	265,724	292,583	–	–	–	–	–
	1	166,882	6,351	0,992	26,278	0,000	152,904	180,860	0,992	0,992	0,992	1,000	1,000
Caudal máximo instantáneo posterior al alud (Tr = 100 años) (m ³ /s)	Constante	2,588	0,053	–	48,507	0,000	2,471	2,706	–	–	–	–	–
	1	1,657	0,056	0,994	29,838	0,000	1,535	1,780	0,994	0,994	0,994	1,000	1,000
Volumen de crecidas posterior al alud (Tr = 100 años) (Hm ³)	Constante	0,622	0,010	–	62,264	0,000	0,600	0,644	–	–	–	–	–
	1	-0,009	0,010	-0,246	-0,843	0,417	-0,032	0,014	-0,246	-0,246	-0,246	1,000	1,000
Volumen de detritos (evento Diciembre 1999) (m ³)	Constante	166,4659,595	111372,015	–	14,947	0,000	141,6507,282	191,12811,907	–	–	–	–	–
	1	387,055,437	113454,341	0,733	3,412	0,007	134,263,412	63,9847,462	0,733	0,733	0,733	1,000	1,000
Volumen de detritos previo al alud (Tr = 100 años) (m ³ /s)	Constante	856136,743	59613,430	–	14,361	0,000	723309,744	988963,742	–	–	–	–	–
	1	212,589,038	60,728,024	0,742	3,501	0,006	77278,568	347899,508	0,742	0,742	0,742	1,000	1,000
Volumen de detritos posterior al alud (Tr = 100 años) (m ³ /s)	Constante	1011982,558	62398,652	–	16,218	0,000	872949,697	1151015,419	–	–	–	–	–
	1	214,648,581	63,565,322	0,730	3,377	0,007	73016,218	356280,944	0,730	0,730	0,730	1,000	1,000
Tiempo de concentración (min)	Constante	30,682	0,831	–	36,937	0,000	28,854	32,511	–	–	–	–	–
	1	7,798	0,865	0,939	9,019	0,000	5,895	9,701	0,939	0,939	0,939	1,000	1,000

Nota: Se resaltan en negritas solo las constantes y componentes que califican para los modelos predictivos de los parámetros de respuesta hidrológica.





Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Modelos predictivos de respuestas hidrológicas

Parámetro de respuesta hidrológica	Grupo de parámetros morfométricos predictores de la respuesta hidrológica agrupados según variable morfométrica	Modelo estadístico-matemático predictivo de la respuesta hidrológica
Caudal máximo instantáneo previo al deslave (Tr = 100 años) ($Q_{mi_{pre-d}}$) (m^3/s)	Escala de la cuenca	$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1$ $Q_{mi_{pre-d}} = 250,846 + 153,191(CP1)$
Caudal máximo instantáneo posterior al deslave (Tr = 100 años) ($Q_{mi_{pos-d}}$) (m^3/s)	Escala de la cuenca	$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1$ $Q_{mi_{pos-d}} = 279,154 + 166,882(CP1)$
Volumen de crecidas posterior al deslave (Tr = 100 años) ($V_{c_{pos-d}}$) (Hm^3)	Escala de la cuenca	$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1$ $V_{c_{pos-d}} = 2,588 + 1,657(CP1)$
Volumen de detritos (evento Diciembre 1999) (Vd) (m^3)	Gradiente y forma del relieve de la cuenca	$Y = \beta_0 + \beta_1 X_2 + \beta_3 X_3$ $Vd = 177,4218,744 + (-456631,453(CP2)) + (-361128,173(CP3))$
Volumen de detritos previo al deslave (Tr = 100 años) (Vd_{pre-d}) (m^3)	Gradiente y forma del relieve de la cuenca	$Y = \beta_0 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$ $Vd_{pre-d} = 91,4395,354 + (-258457,229(CP2)) + (-160091,436(CP3))$
Volumen de detritos posterior al deslave (Tr = 100 años) (Vd_{pos-d}) (m^3)	Gradiente y forma del relieve de la cuenca	$Y = \beta_0 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$ $Vd_{pos-d} = 107,3998,700 + (-266846,725(CP2)) + (-169819,436(CP3))$
Tiempo de concentración (t_c) (min)	Extensión de la red de drenaje	$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$ $t_c = 30,682 + (-1,810(CP1)) + 8,031(CP2)$

Período de retorno	Modelos (ecuaciones) estadístico-matemático predictivos de caudales máximos instantáneos para condiciones previas a los deslaves de Diciembre de 1999 ($Q_{mi_{pre-d}}$) (m^3/s)		
	Generados con datos directos de parámetros morfométricos de las cuencas y sus redes de drenaje y asumiendo como variable dependiente (y) al módulo $y = Q_{mi_{pre-d}} / P_A$ ($m^3/s/mm$)	Generados con datos directos de parámetros morfométricos de las cuencas y sus redes de drenaje y asumiendo como variable dependiente (y) al módulo $y = Q_{mi_{pre-d}} / P_A$ ($m^3/s/mm$)	Generados con el CP de los parámetros morfométricos de la variable escala de la cuenca
5	$Q_{mi_{pre-d}} = -11,2770 + (7,5631A) + (34,1082Pcp_m) + (2,1698L_{va}) + (-1,4614L_{tc}) + (0,2657M)$	$Q_{mi_{pre-d}} = -0,0910 + (0,0610A) + (0,2751Pcp_m) + (0,0175L_{va}) + (-0,0118L_{tc}) + (0,0021M)$	$Q_{mi_{pre-d}} = 40,077 + 21,602(CP1)$
10	$Q_{mi_{pre-d}} = -13,3107 + (12,1094A) + (33,7280Pcp_m) + (3,3820L_{va}) + (-2,0918L_{tc}) + (0,3784M)$	$Q_{mi_{pre-d}} = -0,0862 + (0,0784A) + (0,2184Pcp_m) + (0,0219L_{va}) + (-0,0135L_{tc}) + (0,0024M)$	$Q_{mi_{pre-d}} = 75,077 + 43,978(CP1)$
25	$Q_{mi_{pre-d}} = -8,7877 + (19,2911A) + (40,9023Pcp_m) + (3,5077L_{va}) + (-2,8731L_{tc}) + (0,5200M)$	$Q_{mi_{pre-d}} = -0,0429 + (0,0941A) + (0,1996Pcp_m) + (0,0171L_{va}) + (-0,0140L_{tc}) + (0,0025M)$	$Q_{mi_{pre-d}} = 140,385 + 82,979(CP1)$
50	$Q_{mi_{pre-d}} = -11,7243 + (24,4537A) + (55,7051Pcp_m) + (4,0433L_{va}) + (-3,3857L_{tc}) + (0,6125M)$	$Q_{mi_{pre-d}} = -0,0492 + (0,1027A) + (0,2339Pcp_m) + (0,0170L_{va}) + (-0,0142L_{tc}) + (0,0026M)$	$Q_{mi_{pre-d}} = 189,231 + 113,161(CP1)$
100	$Q_{mi_{pre-d}} = -3,2766 + (29,8752A) + (39,6277Pcp_m) + (3,8918L_{va}) + (-3,6651L_{tc}) + (0,6582M)$	$Q_{mi_{pre-d}} = -0,0114 + (0,1041A) + (0,1380Pcp_m) + (0,0136L_{va}) + (-0,0128L_{tc}) + (0,0023M)$	$Q_{mi_{pre-d}} = 250,846 + 153,191(CP1)$
500	$Q_{mi_{pre-d}} = -16,0158 + (40,6565A) + (92,7565Pcp_m) + (4,9593L_{va}) + (-4,6440L_{tc}) + (0,8378M)$	$Q_{mi_{pre-d}} = -0,0446 + (0,1131A) + (0,2581Pcp_m) + (0,0138L_{va}) + (-0,0129L_{tc}) + (0,0023M)$	$Q_{mi_{pre-d}} = 358,000 + 218,636(CP1)$

A = área de la cuenca; Pcp_m = pendiente media del perfil longitudinal de la corriente principal; L_{va} = longitud media del valle de la corriente principal; L_{tc} = longitud total de las corrientes de la red de drenaje; M = magnitud de la cuenca; CP1 = componente principal 1 de los parámetros morfométricos de la variable escala de la cuenca.

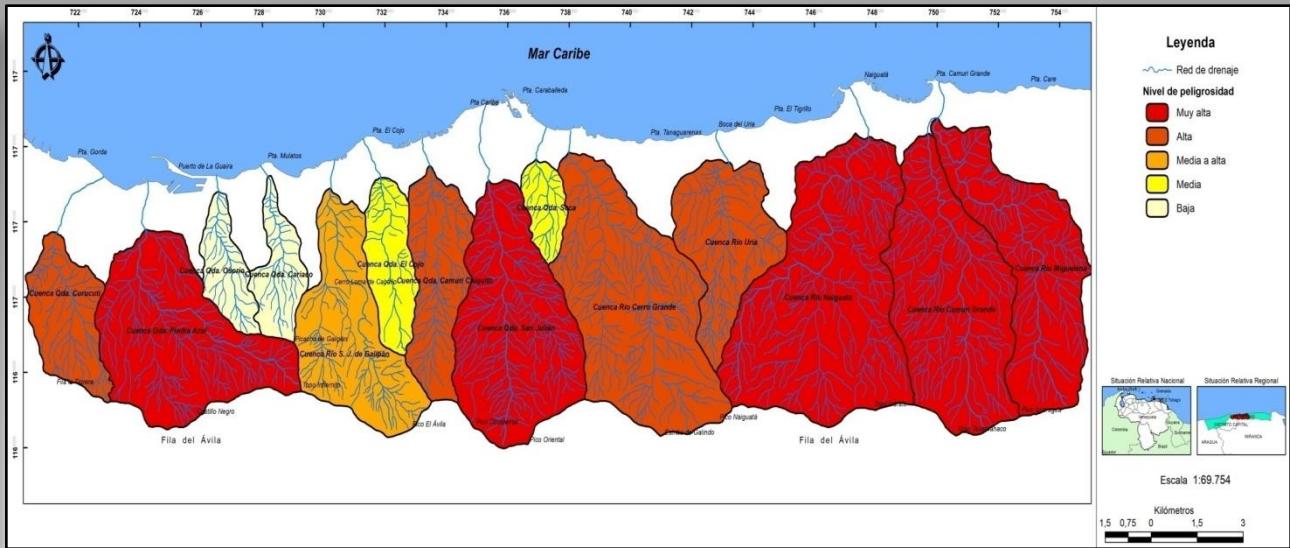




Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Escala de peligrosidad por crecientes y flujos de detritos

Indicador N°	Parámetro de respuesta hidrológica	Índices	Rangos	
1	Caudal máximo instantáneo previo al deslave ($T_r = 100$ años) (m^3/s)	1	$\leq 41 - 159$	
		2	$159 - 276$	
		3	$276 - 394$	
		4	$394 - \geq 512$	
2	Caudal máximo instantáneo posterior al deslave ($T_r = 100$ años) (m^3/s)	1	$50 - 179$	
		2	$179 - 307$	
		3	$307 - 435$	
		4	$435 - \geq 563$	
3	Volumen de crecidas posterior al deslave ($T_r = 100$ años) (Hm^3)	1	$\leq 0,32 - 1,59$	
		2	$1,59 - 2,86$	
		3	$2,86 - 4,13$	
		4	$4,13 - \geq 5,40$	
4	Volumen de detritos (evento Diciembre 1999) (m^3)	1	$\leq 894.000 - 1.376.000$	
		2	$1.376.000 - 1.857.000$	
		3	$1.857.000 - 2.339.000$	
		4	$2.339.000 - \geq 2.820.000$	
5	Volumen de detritos previo al deslave ($T_r = 100$ años) (m^3/s)	1	$\leq 444.000 - 694.000$	
		2	$694.000 - 943.000$	
		3	$943.000 - 1.193.000$	
		4	$1.193.000 - \geq 1.442.000$	
6	Volumen de detritos posterior al deslave ($T_r = 100$ años) (m^3/s)	1	$\leq 585.000 - 846.000$	
		2	$846.000 - 1.106.000$	
		3	$1.106.000 - 1.366.000$	
		4	$1.366.000 - 1.626.000$	
7	Tiempo de concentración (min)	1	$41 - \geq 48$	
		2	$34 - 41$	
		3	$27 - 34$	
		4	$\leq 20 - 27$	
Nivel de peligrosidad		Rango		
Baja		$1 - 1,5$		
Media		$1,5 - 2$		
Alta		$2 - 3$		
Muy Alta		$3 - 4$		





Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Amenaza hidrometeorológica en la cuenca del río San Julián

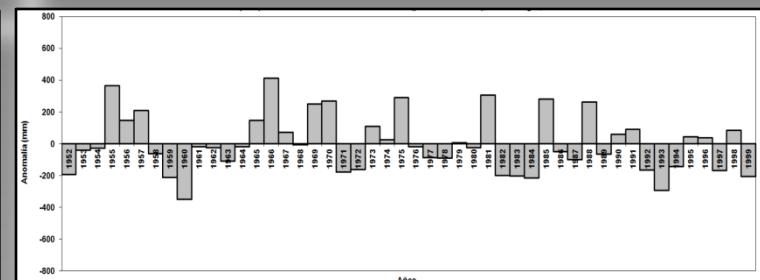
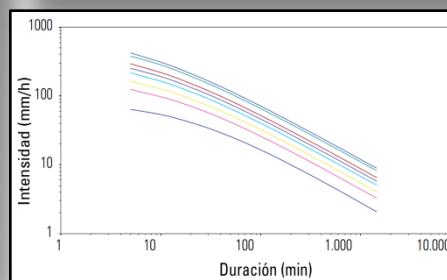
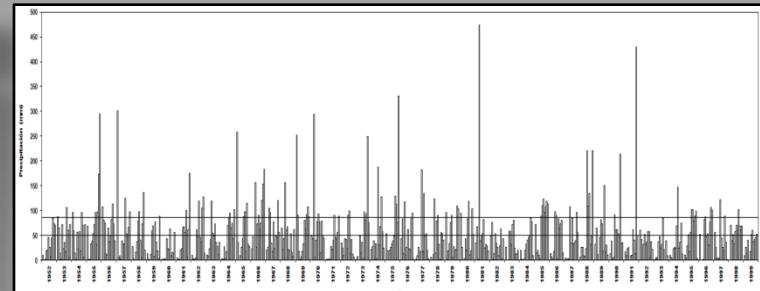
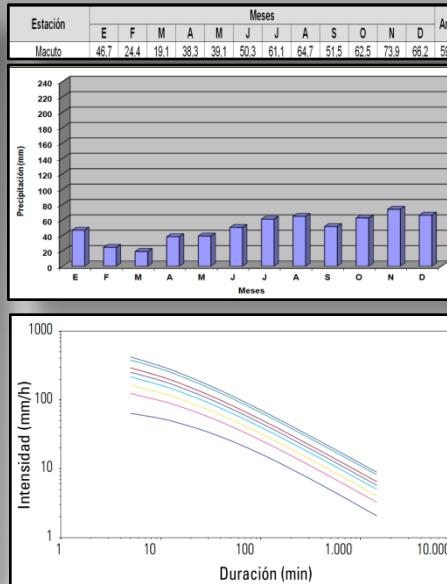
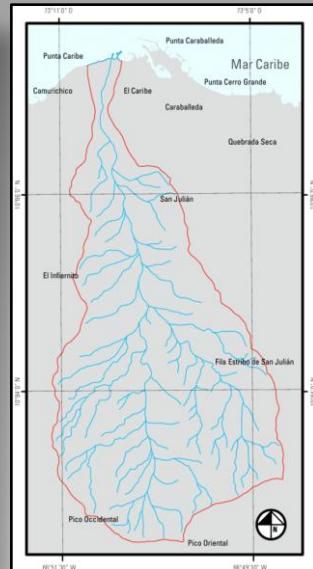
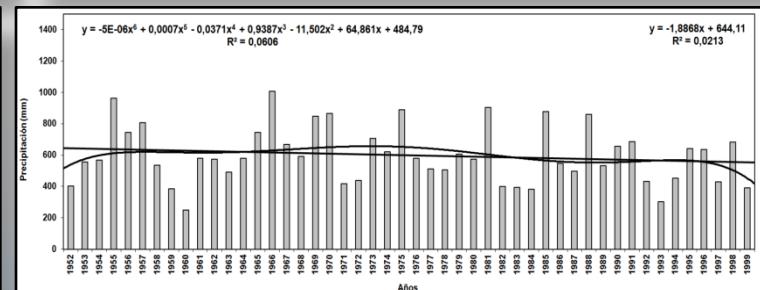
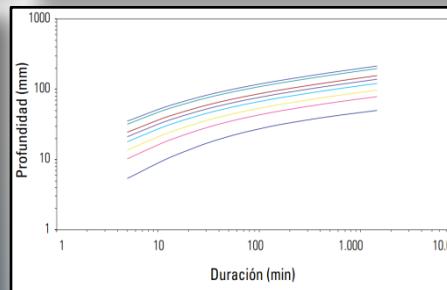


Tabla 5. Precipitación máxima probable (PMP) (mm) en la estación pluviográfica Macuto (estado Vargas, Venezuela), para distintas duraciones de la lluvia

Duración de la lluvia (Td) (min)	Media (\bar{X}_{PMP}) (mm)	Desviación estándar (S_d) (mm)	Precipitación máxima probable (PMP) (mm)
15	12,65	8,66	81,94
30	19,14	10,52	103,28
60	24,64	12,91	127,94
120	31,42	15,87	158,39
180	34,64	20,00	194,64
360	40,92	21,89	216,01
540	46,08	22,22	223,81
720	48,29	23,94	239,81
1440	53,21	27,07	269,73

Datos elaborados a partir de las láminas máximas anuales de precipitación de la estación Macuto del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2013b).





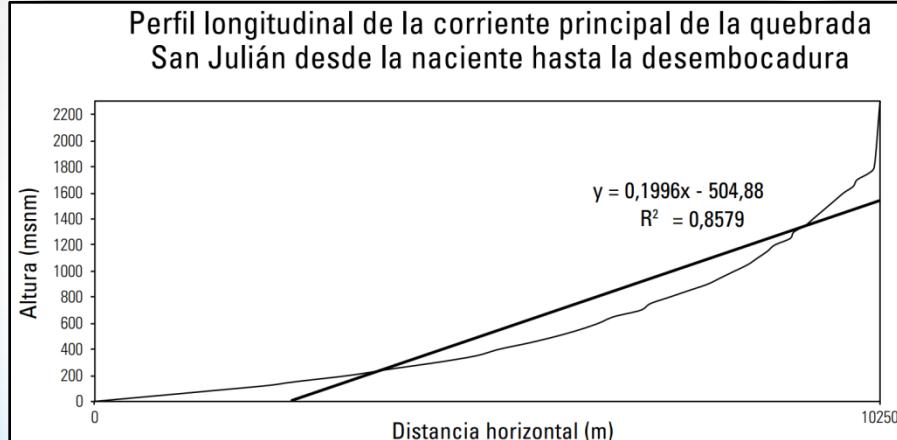
Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Amenaza hidrometeorológica en la cuenca del río San Julián



Parámetro	Magnitud	Parámetro	Magnitud	Parámetro	Magnitud
Área	20,68 Km ²	Pendiente media del perfil longitudinal de la corriente principal desde la naciente hasta su desembocadura	0,22 m/m	Índice de forma	1,72
Área del rectángulo equivalente	32,26 Km ²	Pendiente media del perfil longitudinal de la corriente principal en su salida del valle como cauce de orden mayor hasta la desembocadura	0,08 m/m	Índice entre el largo y el área de la cuenca	1,13
Área de la vertiente mayor	12,10 Km ²	Pendiente media del perfil longitudinal de la corriente principal desde su origen como cauce de orden mayor hasta su salida en el frente montañoso	0,09 m/m	Coeficiente de forma	0,37
Área de la vertiente menor	8,58 Km ²	Pendiente media del perfil longitudinal de la corriente principal	0,58	Coeficiente de redondez	2,11
Perímetro	19,60 Km	Relieve máximo de la corriente principal	2200 m	Largo total de la corriente principal	8,30 Km
Longitud	7,45 Km	Número de rugosidad	1025,78	Longitud media del valle de la corriente principal	7,50 Km
Ancho promedio	2,78 Km	Integral hipométrica	0,45	Largo total de las corrientes de la red de drenaje	140,49 Km
Ancho máximo	4,33 Km	Coeficiente de masividad	60,33 mm Km ⁻²	Sinuosidad total de la corriente principal	1,14
Diametro	5,13 Km	Coeficiente ergográfico	75273,59	Pendiente topográfica de la corriente principal	1,03
Perímetro de un círculo igual al área de la cuenca	16,12 Km	Número de rugosidad	0,56	Sinuosidad hidráulica de la corriente principal	1,11
Altitud mínima	105 msnm	Orientación de la cuenca	N04°O	Densidad de drenaje	6,79 Km/Km ²
Altitud máxima	2640 msnm	Tipo de cuenca según la clase de vertientes	Embudo	Subdendrítico a subparalelo	
Altitud media	1247,66 msnm	Elongación	0,61	Patrón o tipo de drenaje	
Relieve máximo	2535 m	Perímetro relativo de crenulación	18,58	Media	
Radio del relieve	340,27 m Km ⁻¹	Coeficiente de mantenimiento del canal	0,15 Km ² /Km	Media	
Relieve relativo	129,34	Coeficiente de compactidad	1,21	Extensión media de la escorrentía superficial	0,04 Km
Pendiente media	0,34 m/m	Índice de alargamiento	1,72	Longitud del flujo superficial	0,07 Km
Altitud de la naciente de la corriente principal	2305 msnm	Índice de homogeneidad	0,64	Relieve media del total de corrientes de la cuenca	0,69 m/m
Altitud del desague de la corriente principal	0 msnm	Índice de simetría	1,41	Centro de gravedad del cauce principal	4,15 Km
Altitud de la corriente principal en la salida del valle de la quebrada	105 msnm	Factor forma	0,37	Extensión media del valle	149,47 Km ²
Altitud de la corriente principal en su origen como cauce de orden mayor	500 msnm	Alargamiento de Caquot	1,64	Textura del drenaje	1,15
Longitud media del perfil longitudinal de la corriente principal desde la naciente hasta la desembocadura	0,20 m/m	Radio de elongación	0,69	Intensidad de drenaje	3,24 Km
		Radio de circularidad	0,68	Alejamiento medio	1,83

Orden de la corriente (<i>u</i>)	Número de corrientes de un orden dado (<i>N_u</i>)	Relación de bifurcación (<i>R_b</i>)	Longitud total de las corrientes de un orden dado (<i>L_u</i>) (Km)	Longitud media de las corrientes de un orden dado (<i>L_{mu}</i>) (Km)	Longitud media acumulada de las corrientes de un orden dado (<i>L_{muu}</i>) (Km)	Relación de longitud (<i>R_L</i>)
1	350		78,51	0,22	0,22	
2	81	4,32	35,70	0,44	0,67	1,96
3	19	4,26	13,43	0,71	1,37	1,60
4	4	4,75	9,10	2,28	3,65	3,22
5	1	4,00	3,75	3,75	7,40	1,65
Número total de corrientes (<i>N_t</i>) =			140,49	0,55	350	
Coeficiente de almacenamiento (Ca)						
Magnitud de la cuenca (<i>M</i>) (N _t)						
Orden de la corriente (<i>u</i>)	Desnivel medio de las corrientes de un orden dado (<i>D_{mu}</i>) (m)	Longitud media de las corrientes de un orden dado (<i>L_{mu}</i>) (m)	Pendiente media de las corrientes de un orden dado (<i>P_{mu}</i>) (m/m)	Pendiente media de las corrientes de un orden dado (<i>P_{muu}</i>) (%)	Pendiente media de las corrientes de un orden dado (<i>P_{muuu}</i>) (%)	Relación de pendiente (<i>R_P</i>)
1	159,64	224,31	0,712	71,169	2,169	
2	274,20	440,74	0,622	62,213	1,457	0,87
3	370,53	706,58	0,524	52,439	0,835	0,84
4	485,00	2275,00	0,213	21,319	0,311	0,41
5	365,00	3750,00	0,097	9,733	0,097	0,46
Orden de la corriente (<i>u</i>)	Frecuencia de las corrientes de un orden dado (<i>F_u</i>) (N _u /Km ²)	Frecuencia media de las corrientes totales de la red de drenaje (<i>F_m</i>) (N _t /Km ²)	Coeficiente de torrencialidad (C _T) (N _t /Km ²)	Relación de bifurcación media (<i>R_{bm}</i>)	Relación de longitud media (<i>R_{Lm}</i>)	Relación de pendiente media (<i>R_{Pm}</i>)
1	16,92					
2	3,92					
3	0,92					
4	0,19					
5	0,05					
22,00		16,92	4,36	2,39	1,66	





Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Artículos publicados

Revista Brasileira de Geomorfologia
v. 16, nº 3 (2015)

GEOMORFOMETRÍA DE CUENCAS DE DRENAGE DE LA VERTIENTE NORTE DEL MACIZO “EL ÁVILA” (ESTADO VARGAS, VENEZUELA): IMPLICACIONES HIDROMORFODINÁMICAS

GEOMORPHOMETRY OF WATERSHEDS OF THE MASSIF “EL ÁVILA” NORTHERN HILLSIDE (VARGAS STATE, VENEZUELA): HYDROMORPHODYNAMIC IMPLICATIONS

Williams José Méndez Mata
*Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Pedagógica Experimental Libertador
Avenida Páez, El Paraíso 1020, Caracas, Distrito Capital, Venezuela
Email: williamsmendez@gmail.com*

Juan Manuel Carrera Ramos
*Centro de Oceanología y Estudios Antárticos, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
Carretera Panamericana, Kilómetro 11, Caracas 1020-A, Altos de Pipe, Miranda, Venezuela
Email: juan.jmcrl4@gmail.com*

Larry José Rivas Rodríguez
*Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Pedagógica Experimental Libertador
Avenida Páez, El Paraíso 1020, Caracas, Distrito Capital, Venezuela
Email: rivaslarry@gmail.com*

Caracterización hidroclimatológica y morfométrica de la cuenca del río San Julián (estado Vargas, Venezuela): aportes para la evaluación de la amenaza hidrogeomorfológica

Williams Méndez*
Henry Pacheco**
Scarlet Cartaya***
Arismar Marcano****
Carolina León*****

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas - Venezuela

DOI: dx.doi.org/10.15446/rcdg.v24n2.50213

RECIBIDO: 17 DE MARZO DEL 2014. ACEPTADO: 16 DE ENERO DEL 2015.
Artículo de investigación sobre la caracterización de las condiciones hidroclimáticas y morfométricas de la cuenca del río San Julián, con el fin de considerar los aportes para la evaluación de la amenaza por crecientes y procesos de remoción en masa, en dicho sistema hidrológico.

* Dirección postal: Av. Páez, Urbanización El Paraíso, 1020, Caracas, Distrito Capital, Venezuela.
Correo electrónico: wmendez@ipc.upel.edu.ve
** Correo electrónico: hpacheco@ipc.upel.edu.ve
*** Correo electrónico: scartaya@ipc.upel.edu.ve
**** Correo electrónico: amarcano@ipc.upel.edu.ve
***** Correo electrónico: cleon@ipc.upel.edu.ve

CUADERNOS DE GEOGRAFÍA | REVISTA COLOMBIANA DE GEOGRAFÍA | Vol. 24, n.º 2, jul.-dic. del 2015 | ISSN 0121-215X (impreso) · 2256-5442 (en línea) | BOGOTÁ, COLOMBIA | PP. 133-156



Hidrogeomorfología de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2004)

Artículos publicados

Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM
ISSN 2448-7279, núm. 91, 2016, pp. 25-42, dx.doi.org/10.14350/rg.47722



Análisis cuantitativo del relieve en cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo “El Ávila” (estado Vargas, Venezuela) y su significado hidrogeomorfológico

Recibido: 11 de marzo de 2015. Aceptado en versión final: 28 de enero de 2016.
Publicado en línea (pre-print): 18 de abril de 2016.

Williams José Méndez Mata*



Serbiluz
Sistema de Servicios Bibliotecarios y de Información

Biblioteca Digital
Repositorio Académico

Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. Vol. 38, No. 3, 229 - 238, 2015

Predictive models of instantaneous maximum discharges for catchments of mountainous environments, supported by morphometric parameters

Williams Méndez¹, José Córdova² y Lelys Bravo de Guenni³

¹Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Centro de Investigación “Estudios del Medio Físico Venezolano”, Caracas 1020, Venezuela. E-mail: williamsmendez@gmail.com,

²Universidad Simón Bolívar, Departamento de Procesos y Sistemas, Valle de Sartenejas, Baruta, Caracas 1080, Venezuela. E-mail: jrcordova@gmail.com

³Universidad Simón Bolívar, Departamento de Cómputo Científico y Estadística, Centro de Estadística y Software Matemático, Valle de Sartenejas, Baruta, Caracas 1080, Venezuela. E-mail: lelysbravo@gmail.com

Environmental Earth Sciences (2019) 78:350
<https://doi.org/10.1007/s12665-019-8346-5>

ORIGINAL ARTICLE



Predictive models to estimate sediment volumes deposited by debris flows (Vargas state, Venezuela): an adjustment of multivariate statistical techniques

Williams Méndez^{1,2} , José Córdova³ · Lelys Bravo de Guenni⁴ , Henry Pacheco⁵ · Kervin Chunga¹ · Theofilos Toulkeridis⁶

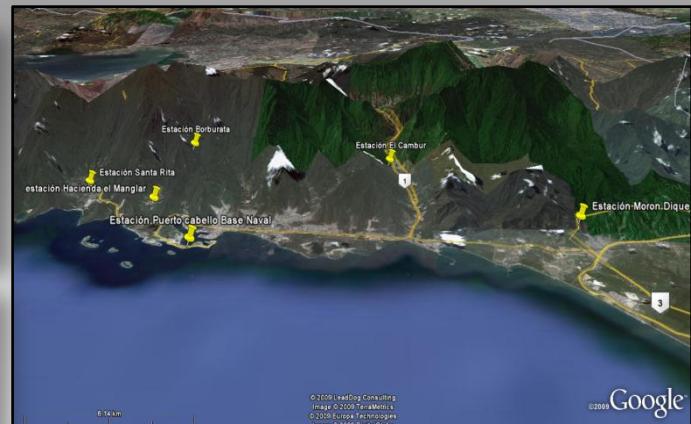
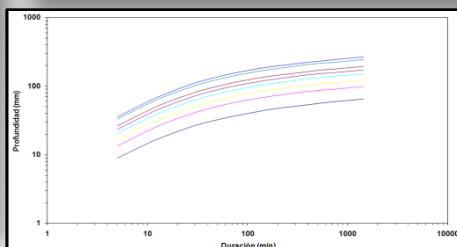
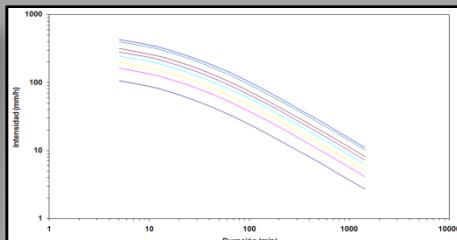
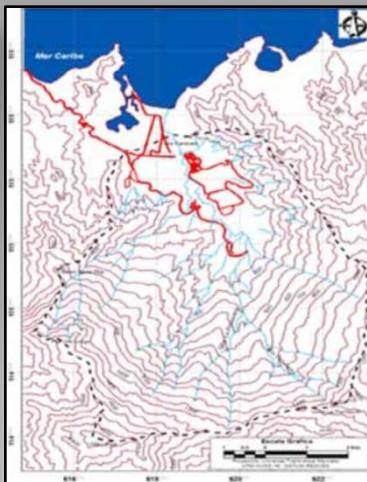
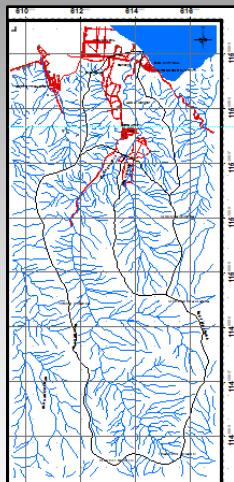
Received: 15 January 2018 / Accepted: 24 May 2019
© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2019



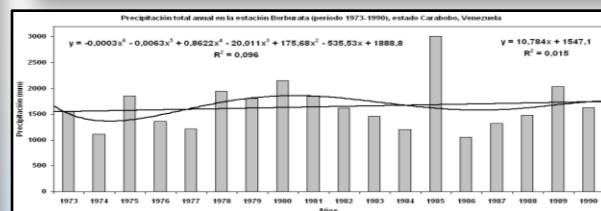
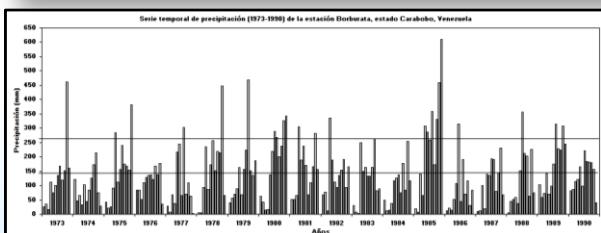
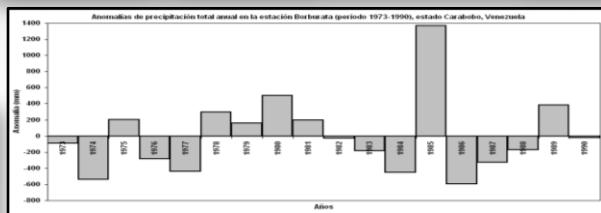


Amenaza por inundaciones en planicies aluviales de la vertiente norte de la Serranía de Rancho Grande (estado Carabobo) (2008)

Espacio-temporalidad de las lluvias y frecuencias de eventos extremos



Estación	Duración de la lluvia (T_d) (min)									
	15	30	60	120	180	360	540	720	1440	
Borburata	102,68	138,41	181,29	253,27	246,03	286,60	308,30	314,28	347,14	





Amenaza por inundaciones en planicies aluviales de la vertiente norte de la Serranía de Rancho Grande (estado Carabobo) (2008)

Morfometría de las cuencas y de sus redes de drenaje

Escala de la cuenca					
Nº	Parámetro	Símbolo	Unidades	Borburata	Cachirí
1	Área	A	Km ²	31,68	7,54
2	Perímetro	P	Km	26,91	11,19
3	Longitud	L	Km	10,09	4,22
4	Ancho promedio	a	Km	3,13	1,78
5	Ancho máximo	a _{máx}	Km	4,70	2,49
6	Diámetro	D	Km	6,35	3,09

Forma de la cuenca					
Nº	Parámetro	Símbolo	Unidades	Borburata	Cachirí
14	Orientación de la cuenca	-	°	N 10° O	N 8° E
15	Radio de elongación	Re	-	0,62	0,77
16	Factor forma	Ff	-	0,31	0,42
17	Radio de circularidad	Rc	-	0,54	0,75
18	Coeficiente de Compacidad	Kc	-	1,33	1,14

Gradiente y Forma del Relieve					
Nº	Parámetro	Símbolo	Unidades	Borburata	Cachirí
7	Altitud máxima	H	msnm	1920	1200
8	Altitud mínima	h	msnm	0	13
9	Relieve máximo	Rm		1880	1187
10	Radio del relieve	R		190,3	281,3
11	Relieve Relativo	Rr		7,1	25,1
12	Pendiente media del perfil longitudinal de la corriente principal	Pcp _m		0,17%	0,25 %
13	Número de rugosidad de Melton para la cuenca	Nr		33,4	102,4

Extensión de la Red de drenaje					
Nº	Parámetro	Símbolo	Unidades	Borburata	Cachirí
19	Longitud de la corriente principal	Lcp	Km	18,38	6,44
20	Longitud total de las corrientes de la red de drenaje	Ltc	Km	117,74	31,81
21	Densidad de drenaje	Dd	Km/Km ²	4,21	3,71
22	Patrón o tipo de drenaje	-	-	Dendrítico	Dendrítico
23	Coeficiente de mantenimiento del canal	Cmc	Km ² /Km	0,26	0,23

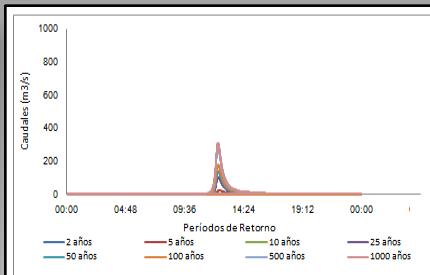




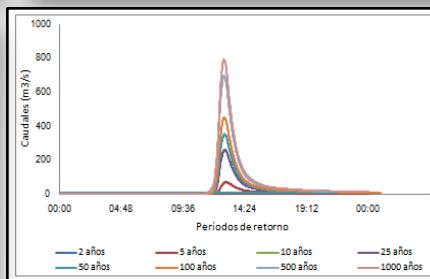
Amenaza por inundaciones en planicies aluviales de la vertiente norte de la Serranía de Rancho Grande (estado Carabobo) (2008)

Estimación de caudales pico y zonificación de la amenaza por inundaciones

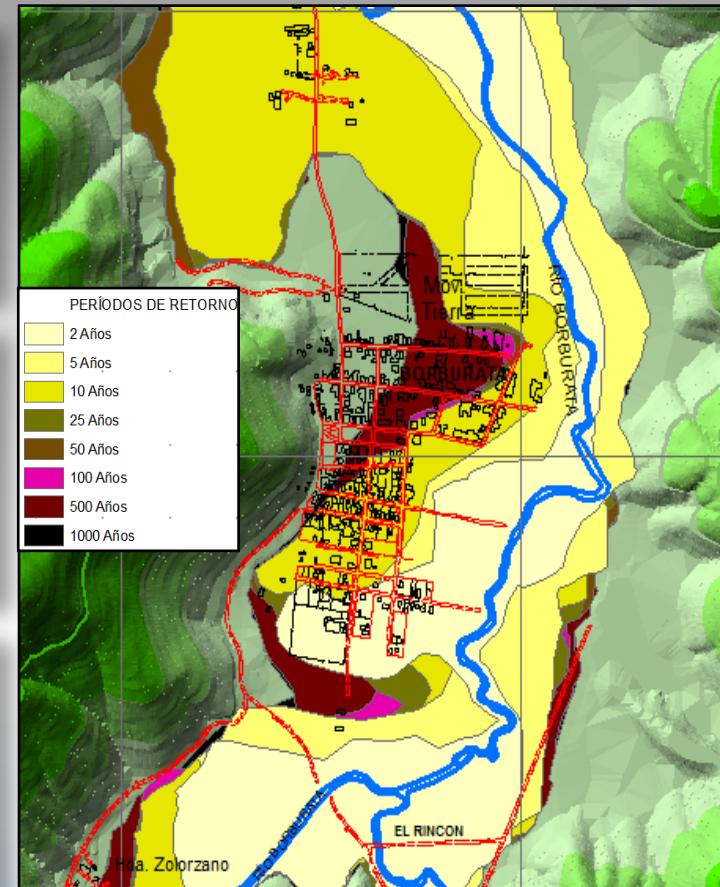
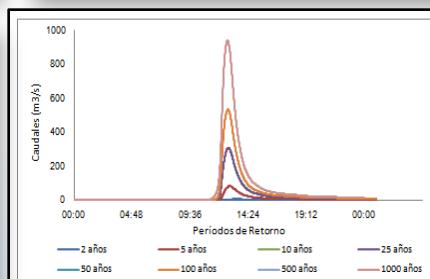
Periodos de retorno (años)	Borburata (m³/s)	Cachiri (m³/s)	Confluencia (m³/s)
2	5,02	1,5	6,2
5	69,6	26,3	83,1
10	146,2	57,5	174,1
25	259,6	103,1	308,9
50	351,6	139,8	418,3
100	449,6	178,8	534,5
500	595,3	275,9	826,1
1000	792,7	314,4	941,8



TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN						
Sub-cuenca	Longitud (m)	H (max)	H (min)	Desnivel (m)	Tc (min)	Tlag (min)
Patanemo	7123.49	1480	28	1452	31.59	18.95
Sta. Rita	7076.32	1440	3	1437	31.48	18.89
La Primavera	7331.96	1840	28	1812	29.99	17.99



Caudales pico m³ para distintos períodos de retorno							
Río	Tramo	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Patanemo	Aguas Abajo	6.6	56.7	117.6	222.7	348.6	475
Patanemo	Medio	5.1	44	91.5	172.8	271.9	370.4
Patanemo	Aguas Arriba	3.1	26.9	55.8	107.1	167.3	227.7
Tributario	Sta. Rita	1.5	12.6	26.1	48.9	76.6	104.6
Tributario	La Primavera	2	17.2	35.6	66.7	104.6	142.7





Amenaza por inundaciones en planicies aluviales de la vertiente norte de la Serranía de Rancho Grande (estado Carabobo) (2008)

Artículos publicados

Modelaje hidrológico de escenarios para eventos de inundaciones en la planicie de desborde del río Patanemo, estado Carabobo, Venezuela

Hydrologic modeling of sceneries for flood events in the Patanemo River's overflow plain, Carabobo state, Venezuela

Juan Carrera (1)

juan.jmcr14@gmail.com

Williams Méndez (2)

williamsmendez@gmail.com

Larry Rivas (2)

rivaslarry@gmail.com

(1)Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.

Centro de Oceanología y Estudios Antárticos

(2)Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Instituto Pedagógico de Caracas.

Centro de Investigación "Estudios del Medio Físico Venezolano"

Revista de Investigación N° 80 Vol. 37 Septiembre - Diciembre 2013

Zonificación de la amenaza por inundaciones en la planicie aluvial del río Borburata, estado Carabobo, Venezuela

Zoning of the flood hazard in the Borburata river alluvial plain, Carabobo state, Venezuela

Larry Rivas (1)

rivaslarry@gmail.com

Juan Carrera (2)

juan.jmcr14@gmail.com

(1)Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Instituto Pedagógico de Caracas, Venezuela.

(2)Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas,

Centro de Oceanología y Estudios Antárticos, Venezuela.

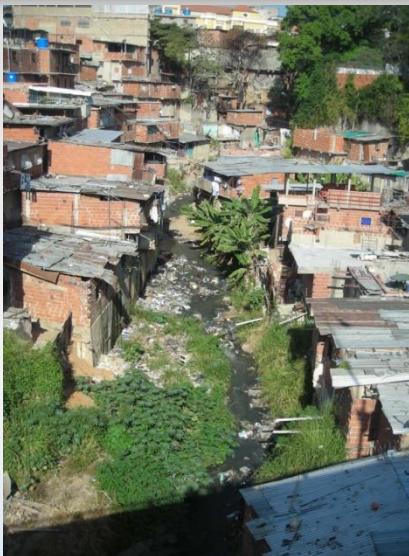
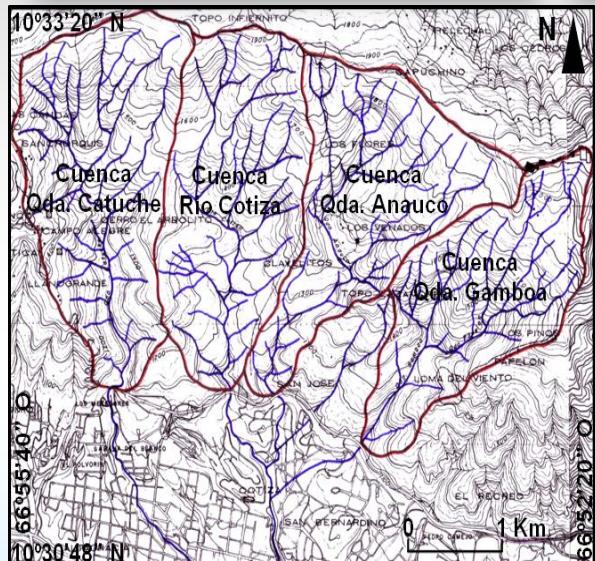
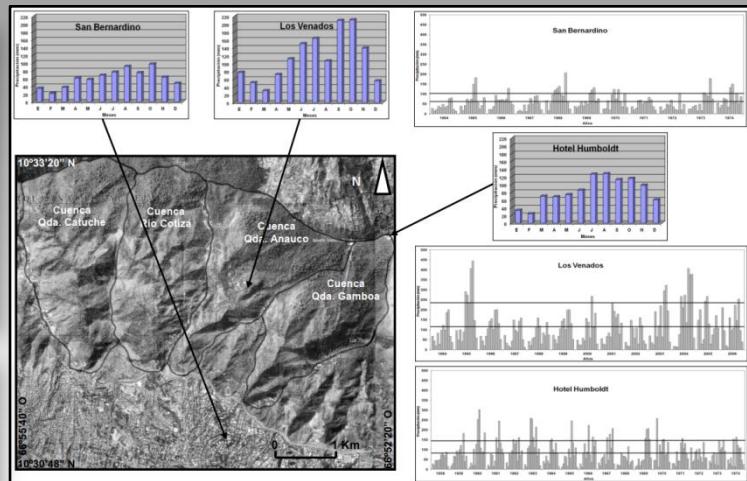
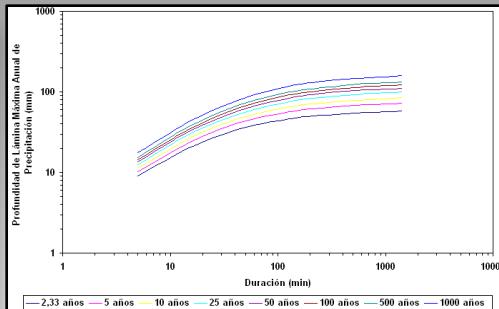
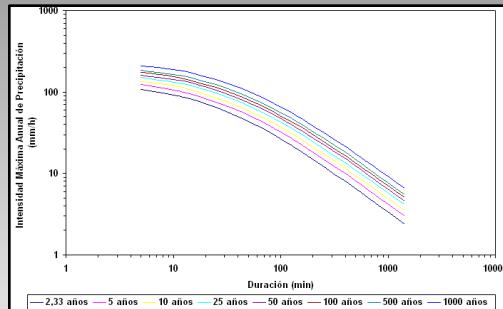
Artículo recibido en septiembre 2015 y publicado en enero 2016

Revista de Investigación N° 87 Vol. 40, Enero-Ábril, 2016



Amenaza hidrogeomorfológica en microcuencas de la vertiente sur del Parque Nacional Waraira Repano (Distrito Capital) (2010)

Espacio-temporalidad de las lluvias frecuencia de eventos extremos y caudales



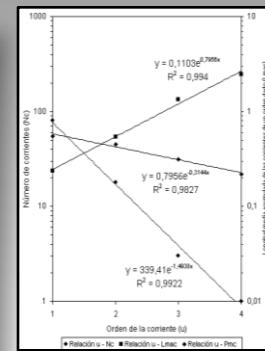
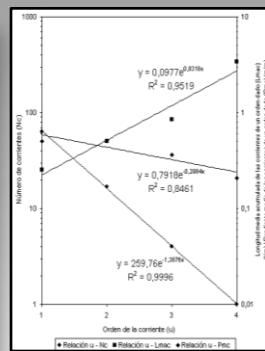
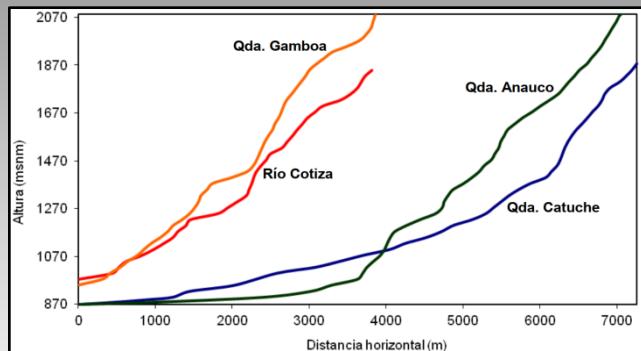
Microcuenca	Tiempo de concentración (Tc)		Velocidad media del flujo (Vm)	
	h	min	Km/h	m/s
Catuche	0,37	22,11	11,36	3,15
Cotiza	0,32	19,03	12,05	3,35
Anaudo	0,27	15,93	13,03	3,62
Gamboa	0,30	18,23	12,87	3,58

Microcuenca	Período de retorno (Tr) (años)					
	2,33	5	10	25	50	100
Catuche	115,25	152,88	162,81	182,22	197,00	216,07
Cotiza	92,46	116,08	122,90	137,52	148,11	162,86
Anaudo	90,66	103,64	110,44	123,54	133,02	146,34
Gamboa	90,92	107,46	114,49	128,52	138,39	151,81

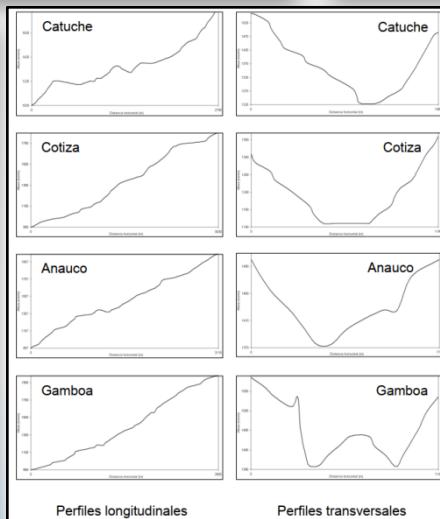


Amenaza hidrogeomorfológica en microcuencas de la vertiente sur del Parque Nacional Waraira Repano (Distrito Capital) (2010)

Morfometría de las cuencas y de sus redes de drenaje



Escolo de la cuenca (área km ²)				
Estadístico	Área	Rectángulo equivalente	Vertiente mayor	Vertiente menor
Valor máximo	3.92	7.61	2.92	1.40
Valor mínimo	2.59	5.00	1.52	0.54
Media	3.04	5.96	2.02	1.02
Estadístico	Perímetro (km)	Longitud (Km)	Ancho promedio (km)	Ancho máximo (km)
Valor máximo	9.85	3.44	1.21	2.52
Valor mínimo	8.30	3.02	0.79	1.64
Media	9.00	3.19	0.95	1.88
Estadístico	Diametro (km)			
Media	1.96			
Gradiente y forma del relieve de la cuenca (m/mn)				
Estadístico	Altitud mínima	Altitud máxima	Altitud media	Relieve máximo
Valor máximo	10.25	2.113,00	1.540,50	1.145,00
Valor mínimo	957,00	1.880,00	1.430,00	893,00
Media	982,50	1998,38	1.490,44	1.015,88
Estadístico	Integral hidrométrica	Coeficiente de movilidad (metros/km ²)	Coeficiente orográfico	Relieve relativo (metros/km)
Valor máximo	0,50	586,87	892.046,33	137,13
Valor mínimo	0,50	375,32	552.187,90	93,95
Media	0,50	504,57	754.255,12	113,46
Forma de la cuenca				
Estadístico	Elongación	Perímetro relativo de crenulación	Coeficiente de compacidad	Índice de elongamiento
Valor máximo	0,61	37,46	1,71	2,06
Valor mínimo	0,48	4,04	1,34	1,20
Media	0,55	22,68	1,46	1,76
Forma de la cuenca				
Estadístico	Índice de simetría	Factor forma	Alargamiento de Caquot	Radio de elongación Radio de circularidad
Valor máximo	3,80	0,37	2,09	0,69
Valor mínimo	1,09	0,23	1,64	0,54
Media	2,31	0,30	1,85	0,62
Extensión y forma de la red de drenaje (Km)				
Estadístico	Longitud de la corriente principal (Desembocadura)	Longitud de la corriente principal (óptica del abanico)	Longitud media del valle de la corriente principal	Longitud total de los corrientes de la red de drenaje
Valor máximo	7,26	4,19	3,79	34,05
Valor mínimo	3,82	3,77	3,39	24,23
Media	5,51	3,92	3,54	29,59
Estadístico	Sinuosidad topográfica de la corriente principal	Sinuosidad hidráulica de la corriente principal	Densidad de drenaje (km/km ²)	Coeficiente de monotonía del caudal (km ³ /km)
Valor máximo	1,22	1,13	11,66	0,12
Valor mínimo	1,06	1,09	8,37	0,09
Media	1,13	1,11	9,85	0,10
Orden y magnitud de la red de drenaje				
Estadístico	Orden de la corriente	Número total de corrientes	Longitud total, red de drenaje	Relación bifurcación media
Valor máximo	5	142	34,05	4,70
Valor mínimo	4	85	24,23	3,26
Media	4,25	116,25	29,74	4,11
Estadístico	Relación de longitud media	Relación de pendiente media	Frecuencia media de los corrientes	Coeficiente de terracería
Valor máximo	2,45	1,46	48,63	38,70
Valor mínimo	1,96	1,35	32,82	24,32
Media	2,23	1,41	38,41	29,42





Amenaza hidrogeomorfológica en microcuencas de la vertiente sur del Parque Nacional Waraira Repano (Distrito Capital) (2010)

Artículo publicado

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA | Volumen
57(1)2016 | pp. 70-91
enero-junio | Recibido: enero, 2015
Aceptado: abril, 2015

Amenaza hidrogeomorfológica

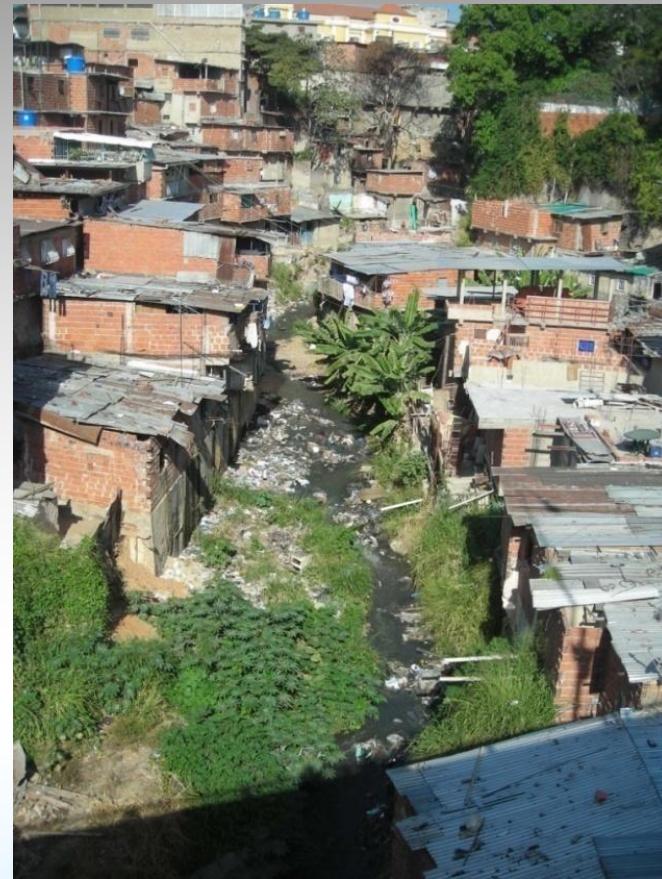
en microcuencas de la vertiente sur
del Parque Nacional Waraira Repano,
Distrito Capital, Venezuela

Hydro-geomorphological hazard in catchments
of the Waraira Repano National Park south hillside,
Distrito Capital, Venezuela

William Méndez^{1,2}
Larry Rivas¹
Eduardo Fernández¹
Ybrahim Díaz¹
Marielis Arévalo¹
Noraima Correa¹

¹ Universidad Pedagógico Experimental Libertador,
Instituto Pedagógico de Caracas,
Centro de Investigación 'Estudios del Medio Físico Venezolano',
Caracas (Distrito Capital), Venezuela.
² Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas,
Físicas y Químicas, Instituto de Investigación Científica, Desarrollo
y Transferencia Tecnológica, Portoviejo, Manabí, Ecuador

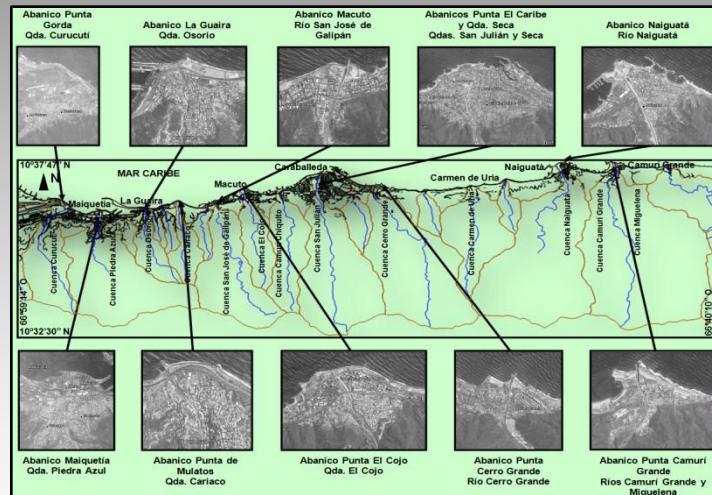
williamsmendez@gmail.com
rivaslarry@gmail.com
fernandez_ej@hotmail.com
yddp_8@hotmail.com
marielisvanessa@hotmail.com
noraima-c@hotmail.com





Geomorfología de los abanicos aluviales del piedemonte norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2010)

Morfología de los abanicos aluviales



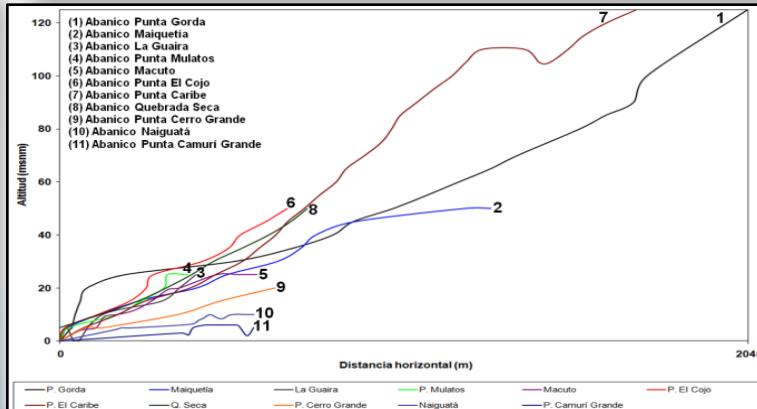


Geomorfología de los abanicos aluviales del piedemonte norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2010)

Morfometría de las cuencas, redes de drenaje y abanicos aluviales

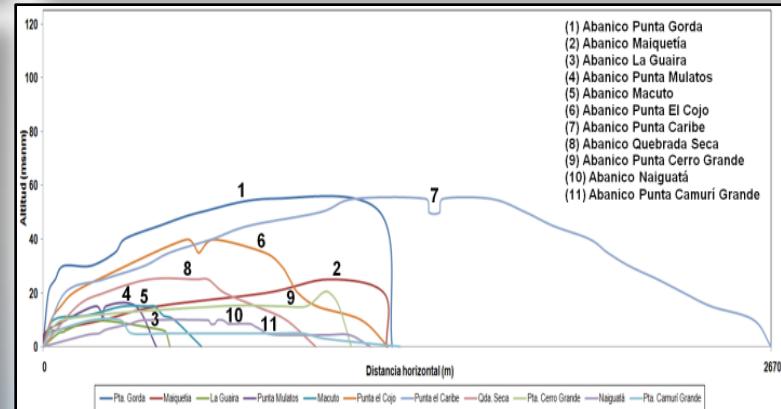


Cuenca	Área (Km ²)	Perímetro (Km)	Longitud (Km)	Ancho máximo (Km)	Altitud mínima (msnm)	Altitud máxima (msnm)	Altitud media (msnm)	Relieve máximo (msnm)
Qda. Curutí	7,34	12,20	4,80	2,63	125	1425	557,35	1300
Qda. Piedra Azul	20,22	20,50	6,65	4,40	60	1950	928,02	1890
Qda. Osorio	4,04	9,90	4,00	1,68	25	1795	742,06	1770
Qda. Cariaco	4,58	10,90	4,45	2,03	25	1975	350,08	1950
Río S. J. de Galipán	14,56	18,20	6,88	3,05	25	2290	1227,90	2265
Qda. El Cojo	5,78	10,90	4,75	1,58	50	1925	686,05	1875
Qda. San Julián	20,68	19,60	7,45	4,33	105	2640	1271,55	2535
Qda. Seca	2,89	6,80	2,88	1,40	50	1280	522,11	1230
Río Cerro Grande	25,38	22,50	8,70	4,93	25	2770	1292,72	2745
Río Naiguatá	31,38	25,10	8,38	6,18	25	2585	928,02	2560
Río Camuri Grande	22,74	21,60	8,13	4,28	30	2300	920,76	2270
Río Migueleña	18,34	22,90	8,83	3,08	20	2290	—	2270
Cuenca	Pendiente media (mm/m)	Número de rugosidad	Pendiente media cauce principal (mm/m)	Coeficiente de compacidad	Longitud total de la red de drenaje (Km)	Densidad de drenaje (Km/Km ²)	Orden de la cuenca	Coeficiente de torrencialidad
Qda. Curutí	0,27	0,48	0,27	1,26	59,66	8,13	5	22,34
Qda. Piedra Azul	0,28	0,42	0,22	1,28	113,75	5,63	5	11,72
Qda. Osorio	0,44	0,88	0,36	1,38	42,54	10,53	4	31,44
Qda. Cariaco	0,44	0,91	0,41	1,43	43,29	9,45	5	30,57
Río S. J. de Galipán	0,33	0,59	0,21	1,34	215,11	14,77	6	60,85
Qda. El Cojo	0,39	0,78	0,25	1,27	71,97	12,45	5	47,75
Qda. San Julián	0,34	0,56	0,22	1,21	140,49	6,79	5	16,92
Qda. Seca	0,43	0,72	0,34	1,12	34,03	11,77	4	46,37
Río Cerro Grande	0,32	0,54	0,21	1,25	213,72	8,42	6	24,82
Río Naiguatá	0,31	0,46	0,21	1,25	255,55	8,14	6	22,47
Río Camuri Grande	0,28	0,48	0,20	1,27	202,41	8,90	6	29,11
Río Migueleña	0,26	0,53	—	1,50	—	—	—	—



Abanico	Área (Km ²)	Ancho (Km)	Longitud (Km)	Radio ancho/ longitud	Altitud del apice (msnm)	Altitud de la base (msnm)
Punta Gorda	1,70	1,69	2,12	0,80	125	0
Maiquetía	3,94	1,54	1,32	1,17	50	0
La Guaira	1,04	0,47	0,40	1,18	25	0
Punta Mutatos	1,15	0,55	0,39	1,41	25	0
Macuto	3,00	0,67	0,62	1,08	25	0
Punta El Cojo	1,39	1,35	0,65	2,08	50	0
Punta El Caribe	4,02	2,70	1,99	1,36	105	0
Seca	0,79	1,06	0,80	1,33	50	0
Punta Cerro Grande	4,77	1,15	0,70	1,64	15	0
Naiguatá	5,71	1,37	0,60	2,28	10	0
Punta Camuri Grande	4,35	1,21	0,57	2,12	5	0

Abanico	Relieve máximo (msnm)	Pendiente longitudinal (m/m)	Pendiente de atrincheramiento del cauce principal (m/m)	Índice de concavidad	Ángulo de curvatura (°)
Punta Gorda	125	0,05	0,0055	0,10	57
Maiquetía	50	0,04	0,0048	0,23	89
La Guaira	25	0,06	0,0059	0,08	100
Punta Mutatos	25	0,06	0,0081	0,55	123
Macuto	25	0,05	0,0041	0,26	90
Punta El Cojo	50	0,07	0,0102	0,08	170
Punta El Caribe	105	0,08	0,0073	0,16	112
Seca	50	0,06	0,0079	0,04	135
Punta Cerro Grande	15	0,03	0,0034	-0,18	142
Naiguatá	10	0,02	0,0018	0,07	192
Punta Camuri Grande	5	0,09	0,0011	0,00	171





Geomorfología de los abanicos aluviales del piedemonte norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2010)

Relaciones abanicos aluviales – cuencas portantes

Parámetros morfométricos de las cuencas	Parámetros morfométricos de los abanicos aluviales						
	Área (Km ²)	Ancho (Km)	Longitud (Km)	Radio ancho/longitud	Pendiente longitudinal (m/m)	Pendiente de atrincheramiento del cauce principal (m/m)	Índice de concavidad
Área (Km ²)	1,00	0,39	0,07	0,48	-0,39	-0,76	-0,36
Perímetro (Km)	0,99	0,35	0,07	0,42	-0,37	-0,77	-0,27
Longitud (Km)	0,96	0,34	0,05	0,44	-0,27	-0,74	-0,33
Ancho máximo (Km)	0,98	0,42	0,14	0,41	-0,45	-0,75	-0,30
Altitud mínima (msnm)	-0,12	0,77	0,97	-0,47	0,23	0,29	-0,002
Altitud máxima (msnm)	0,82	0,26	-0,12	0,48	-0,20	-0,48	-0,19
Altitud media (msnm)	0,74	0,37	0,14	0,11	-0,21	-0,48	-0,41
Relieve máximo (msnm)	0,81	0,20	-0,18	0,50	-0,22	-0,49	-0,19
Pendiente media (m/m)	-0,72	-0,48	-0,48	-0,07	0,25	0,69	0,31
Número de rugosidad	-0,78	-0,56	-0,50	-0,09	0,31	0,68	0,38
Pendiente media del cauce de la corriente principal (m/m)	-0,82	-0,52	-0,27	-0,34	0,20	0,58	0,49
Coeficiente de compacidad	-0,20	-0,58	-0,41	-0,14	-0,03	-0,01	0,60
Longitud total de las corrientes de la red de drenaje (Km)	0,91	0,15	-0,14	0,48	-0,38	-0,79	-0,34
Densidad de drenaje (Km/ Km ²)	0,49	-0,58	-0,52	-0,01	0,11	0,27	0,07
Coeficiente de torrecionalidad	0,46	-0,53	-0,49	0,00	0,14	0,28	0,08

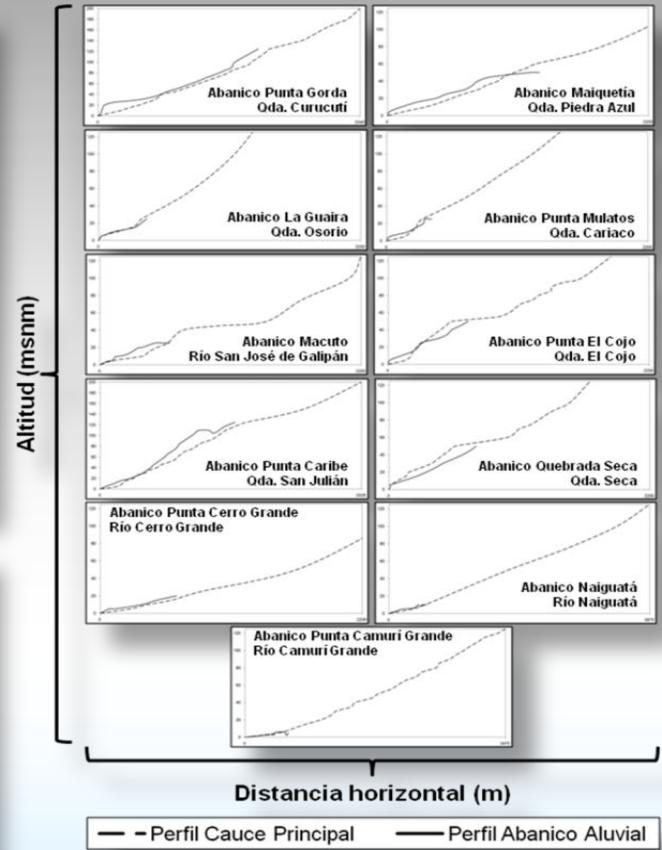
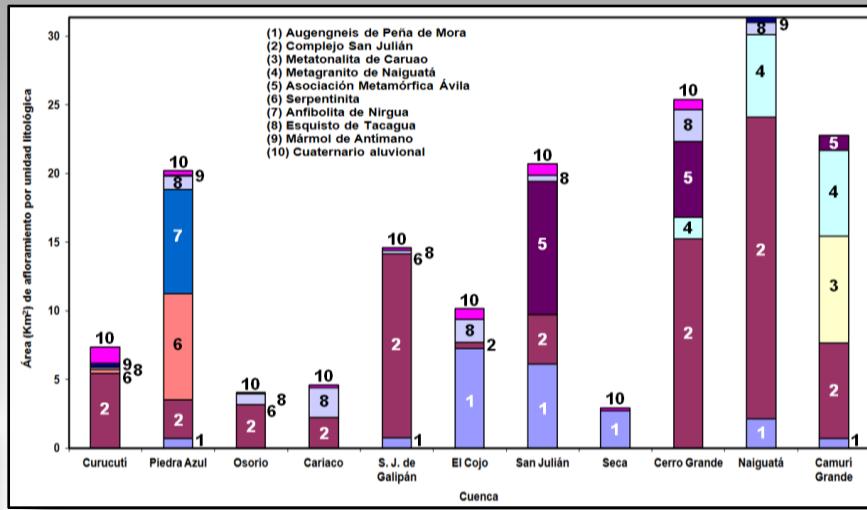
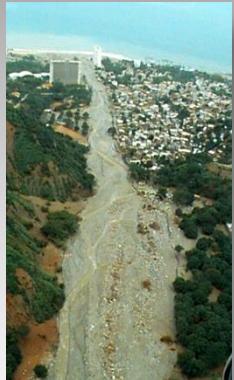
Parámetros morfométricos de las cuencas	Parámetros morfométricos de los abanicos aluviales			
	Área (Aa) (Km ²)	Ancho (aa) (Km)	Longitud (La) (Km)	Pendiente de atrincheramiento del cauce principal (Pac) (m/m)
Área (Ac) (Km ²)	Aa = 0,33 Ac ^{0,83}	-	-	Pac = 0,02 Ac ^{-0,55}
Perímetro (P) (Km)	Aa = 0,03 P ^{1,65}	-	-	Pac = 0,09 P ^{-1,11}
Longitud (Lc) (Km)	Aa = 0,08 Lc ^{1,92}	-	-	Pac = 0,04 Lc ^{-1,28}
Ancho máximo (amc) (Km)	Aa = 0,55 amc ^{1,34}	-	-	Pac = 0,01 amc ^{-0,92}
Altitud mínima (h) (msnm)	-	aa = 0,10 h ^{0,64}	La = 0,03 h ^{0,88}	-
Altitud máxima (H) (msnm)	Aa = 5E-08 H ^{2,34}	-	-	-
Altitud media (Hm) (msnm)	Aa = 0,0003 Hm ^{1,34}	-	-	-
Relieve máximo (Rm) (msnm)	Aa = 2E-07 Rm ^{2,13}	-	-	-
Pendiente media (Pm) (m/m)	Aa = 0,10 Pm ^{-2,93}	-	-	-
Número de rugosidad (NR)	Aa = 0,81 NR ^{-2,10}	-	-	-
Pendiente media del cauce de la corriente principal (Pmc) (m/m)	Aa = 0,08 Pmc ^{-2,48}	-	-	-
Longitud total de las corrientes de la red de drenaje (Ltc) (Km)	Aa = 0,04 Ltc ^{0,90}	-	-	Pac = 0,09 Ltc ^{-0,65}





Geomorfología de los abanicos aluviales del piedemonte norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2010)

Relaciones abanicos aluviales – litología aflorante en las cuencas / relaciones perfiles longitudinales cauces principales – abanicos aluviales





Geomorfología de los abanicos aluviales del piedemonte norte del macizo El Ávila (estado Vargas) (2010)

Artículo publicado

Geomorfología de los abanicos aluviales del piedemonte norte del macizo El Ávila, estado Vargas, Venezuela

Geomorphology of the alluvial fans of the El Ávila Massif northern foothill, Vargas state, Venezuela

Williams Méndez (1) (2)
williamsmendez@gmail.com
wmendez@utm.edu.ec

Zuleika González (1)
zuleikagonzalez@gmail.com

Jesús Suárez(1)
jesus_suarez_v@hotmail.com

Maraisa Arauno(1)
maraisarauno@hotmail.com

Mayerling Vielma(1)
vielma79@hotmail.com

Heliana Maiz(1)
helianamaiz@hotmail.com

(1) Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
Instituto Pedagógico de Caracas, Venezuela

(2) Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas,
Físicas y Químicas, Ecuador.

Artículo recibido en mayo de 2015 y publicado en enero de 2016

Revista de Investigación N° 87 Vol. 40, Enero-Abril, 2016





Prof. Williams José Méndez Mata, PhD
Profesor Principal 2 / Tiempo Completo



Investigador en Geomorfología Fluvial y Costera
e Hidrología Superficial



Author ID: 15839997200



+593 98 118 0515
Portoviejo (Manabí, Ecuador)



Researcher ID: K-5161-2015



williamsmendez@gmail.com



<https://orcid.org/0000-0002-7345-2281>



williamsmendez@hotmail.com



Investigador Agregado III
REG-INV-17-01992



wjmendezmata@yahoo.com



williams.mendez@utm.edu.ec