

Determinación de niveles de potencialidad torrencial de la cuenca del río Mocotíes, Mérida, Venezuela

Potential torrential levels in the Mocotíes watershed, Mérida, Venezuela

MARIBEL RIVAS¹, YAJAIRA OVALLES DE CABEZAS²,
ANA CAROLINA SOTO¹, GUSTAVO RAMÍREZ²,
FABIOLA RIPANTI² y JOSÉ LEÓN GONZÁLEZ²

¹ Universidad de Los Andes, Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial, Mérida, Venezuela,
E-mails: maribelg@ula.ve, anacarolina733@gmail.com

² Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Ingeniería Forestal, Mérida, Venezuela, Emails: ovalles@ula.ve, geramirez_11@hotmail.com, ripantif@ula.ve, jleong@ula.ve

Recibido: 29-10-08 / Aceptado: 05-05-09

Resumen

La cuenca del río Mocotíes, uno de los principales afluentes del río Chama, asiento de importantes centros urbanos y región clave para la producción agrícola, ha sido afectada por crecidas torrenciales por ser una zona muy frágil a eventos de precipitación extraordinarios, por las formaciones geológicas y geomorfológicas susceptibles a procesos de degradación y movimientos de masa; ocupación anárquica y poco prudente de áreas e inadecuada intervención de los recursos naturales. Esta área es representativa de los Andes Venezolanos haciéndola adecuada para la aplicación de una metodología paramétrica que permita la determinación y ubicación geográfica de los diferentes niveles de potencialidad torrencial presentes en dicha cuenca. La metodología está integrada por parámetros interrelacionados: la precipitación; estabilidad relativa (definida por las condiciones geológicas y geomorfológicas); la morfometría, expresada por la densidad de drenaje, pendiente media y forma de la cuenca y el índice de protección del suelo representado por la cobertura vegetal; se le asigna a cada parámetro valores del 1 al 6, que representa la condición más favorable (valor 1) hasta la más desfavorable (valor 6). Los parámetros fueron ponderados para obtener cuatro niveles de potencialidad torrencial: Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. Los resultados indican que en la vertiente izquierda predomina un nivel de potencialidad torrencial Alto; en la vertiente derecha, la distribución entre el nivel Medio y Alto es equitativo. Además, los resultados coincidieron con los torrentes activados durante el evento de precipitación ocurrido en la cuenca en febrero de 2005, lo cual demuestra que la metodología aplicada tiene un alto grado de confiabilidad.

Palabras clave: torrencialidad, cuenca hidrográfica, precipitación.

Abstract

The watershed of the Mocoties River is one of the main affluent of the Chama River, seat of important urban centre and key region in the agricultural production. This place has been affected by big torrential, being this, a very fragile zone to extraordinary precipitation events, because of a geology formations and susceptible geomorphology, anarchic location of certain areas and inadequate intervention of the natural resources. This area is representative of the Venezuelan Andes which makes that as adequate for the application of a parametric methodology that allows the determination and geographic location of the different levels of torrential potentiality presents of this watershed. The methodology is integrated related parameters: the precipitation, relativity stability (define by the geology and geomorphology conditions), the morphometry, indicating by density draining, medium grade, and watershed shape, and the protection index of the soil represents for the forest floor. For this research was assigned for each one of the parameters values from 1 to 6, that represents favourable conditions (value 1) until the most harmful (value 6). The parameters were pondered for obtaining four (4) levels of torrential potentiality: low, medium, high and highest. The results indicate that in the left flowing dominates a high level; in the right flowing the distribution among medium and high is equitable. Beside that the results coincide with the activity torrents during the precipitation event of the watershed in the year 2005, which demonstrate that the methodology applied, had a high grade of reliable.

Key words: torrential, watershed, precipitation.

1. Introducción

La identificación y sectorización de potenciales amenazas naturales forma parte del proceso de ordenación de una cuenca hidrográfica. Es referencia al momento de asignar usos y localizar actividades productivas e infraestructuras de equipamiento consideradas espacialmente, por cuanto revelan potenciales desastres que pueden afectar el espacio social construido. Por tanto, se consideran limitantes o restrictivas para una gama considerable de usos de la tierra y la ocupación de espacios del territorio.

Cada tipo de amenaza tiene exigencias de análisis específico atendiendo a su naturaleza. Sin embargo, cualquiera sea el procedimiento se basa en la valoración de indicadores de condiciones y sensibilidad ambiental relacionados con elementos geológicos y geomorfológicos, climáticos e hidrológicos, suelos, grado de cobertura vegetal y usos de la tierra, conjuntamente con factores externos o fuerzas de activación de procesos. El análisis se expresa teniendo en consideración la sectorización de las amenazas naturales y su correspondiente mapa. La información es de utilidad cuando se contrasta y superpone con mapas de localización de la población, de actividades económicas y obras de infraestructura, observándose el grado de vulnerabilidad.

Disponer de un estudio del medio físico-natural y de sus componentes reales, junto con el inventario de los recursos naturales asociados y la ubicación de amenazas naturales, es una buena base de partida de un análisis en función de ordenar una cuenca hidrográfica.

La cuenca del río Mocotíes principal afluente del río Chama, asiento de importantes centros urbanos y región clave en la producción agrícola, ha sido afectada por crecidas torrenciales, requiriéndose jerarquizar la potencialidad torrencial de las diferentes microcuencas. El grado de torrencialidad en las cuencas de alta montaña está determinado, en gran parte, por las características climáticas, geológicas, geomorfológicas, morfométricas y por el uso de la tierra, donde la cobertura vegetal tiene un destacado papel. Por lo tanto, se hace necesario tomar en cuenta dichos aspectos para definir las áreas que están más propensas a ser afectadas por crecidas torrenciales.

En el área de estudio se han realizado una diversidad de investigaciones en su mayoría dedicadas a sectores muy particulares de la cuenca, con énfasis en los aspectos geológicos y geomorfológicos y de usos de la tierra con fines agrícolas y de ordenación territorial, entre ellos cabe destacar los realizados por Ferrer y Laffaille (2001), Dugar-te (2002) y Mora (2004). Según estos estudios, la cuenca del río Mocotíes es sensible a eventos de precipitación extraordinarios debido a su alta susceptibilidad a la erosión, por las características geológicas y geomorfológicas, lo cual se agrava por el aumento de los asentamientos humanos distribuidos de manera desordenada. Tales características y la ocurrencia de eventos importantes de crecidas torrenciales, permitieron la aplicación de una metodología paramétrica a fin de evaluar la influencia de la precipitación, la estabilidad geológica y geomorfológica, la morfometría y la cobertura vegetal en la determinación de los niveles de potencialidad torrencial y, por ende, en el comportamiento de los diferentes torrentes que conforman la cuenca del río Mocotíes.

2. Materiales y métodos

2.1 Caracterización del área de estudio

La cuenca del río Mocotíes se ubica en los Andes venezolanos, al suroeste del estado Mérida; forma parte de los municipios Rivas Dávila, Tovar y Antonio Pinto Salinas (Figura 1). Geográficamente se localiza entre los meridianos 71°30' y 71°50' de longitud oeste y los paralelos 8°10' y 8°25', ocupa una extensión aproximada de 524.40 Km².

La precipitación media anual es de aproximadamente 890 mm, repartida de forma bimodal; la temperatura media mensual oscila entre 17 y 22 °C por debajo de los 2.000 msnm, y por encima de dicha cota, la temperatura disminuye hasta alcanzar 5,8°C, lo cual constituye una marcada variabilidad dentro de la cuenca (Behm y Mercado, 1984; Dugar-te, 2002).

El río Mocotíes, principal drenaje de la cuenca, nace en la confluencia de la quebrada La Capellanía y el río Zarzales, a más de 3.000 msnm, con una longitud aproximada de 53 Km y desemboca en el río Chama a 460 msnm. Los principales afluentes de carácter permanente provienen de la vertien-

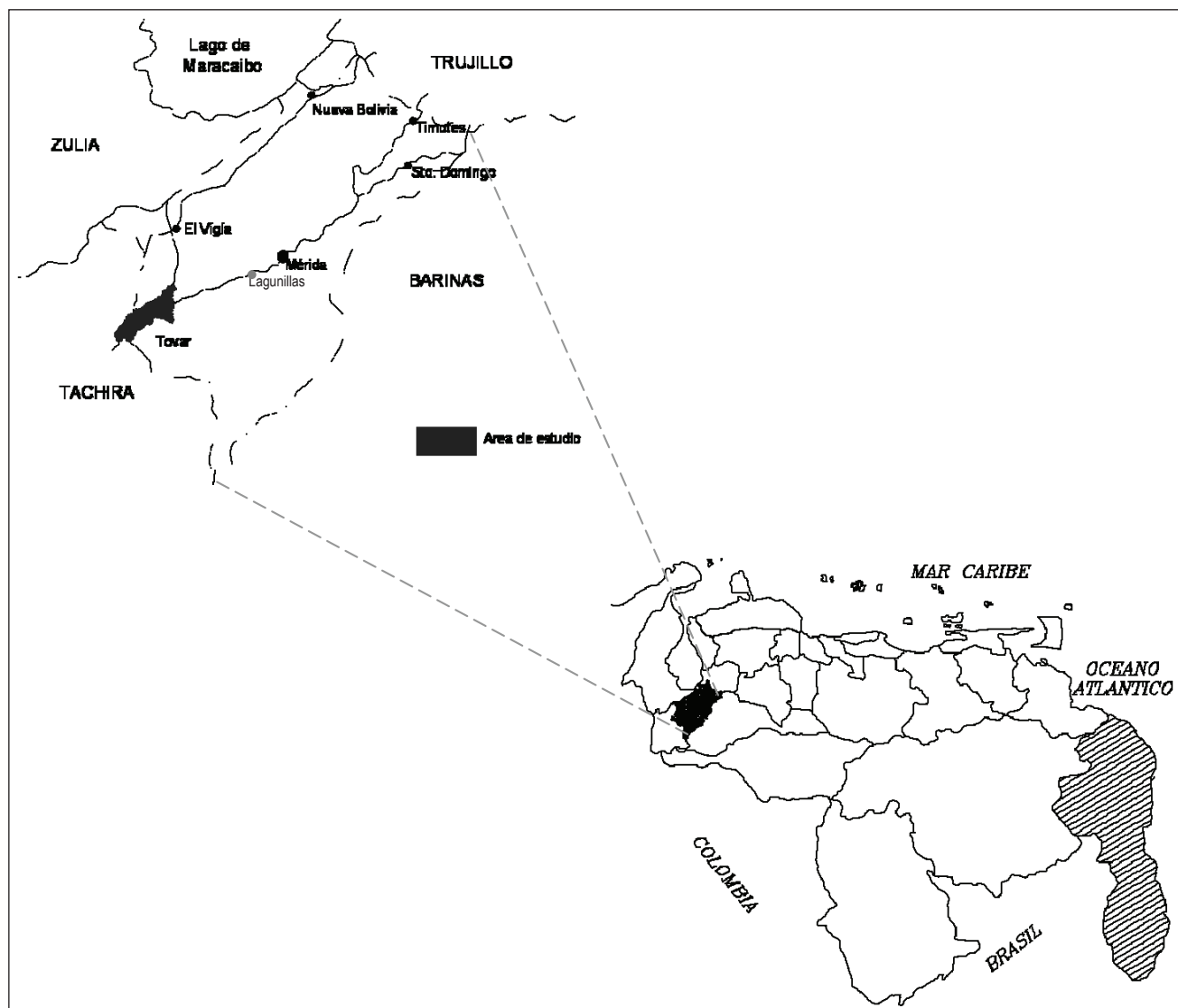


Figura 1. Situación relativa nacional y regional de la cuenca del río Mocotíes.

te derecha, entre los que destacan las quebradas Mejías, San Francisco, Cucuchica, Las Tapias y La Capellanía; mientras que los de tipo intermitente se comportan siguiendo un régimen torrencial y se distribuyen a lo largo de la vertiente izquierda (Dugarte, 2002; Valero, 1990).

La cuenca del río Mocotíes presenta una orientación noreste-suroeste debido a la influencia estructural que ejercen las trazas norte y sur de la zona de fallas de Boconó en el área y que determina una cuenca asimétrica con un valle relativamente profundo. Converge una gran variedad de aspectos geológicos determinados por una estratigrafía diversa; las principales unidades litoestratigráficas están constituidas por rocas metamórficas que se

corresponden a las secuencias más antiguas de los Andes merideños y en sitios muy localizados se ubican conjuntos de rocas sedimentarias de edades más jóvenes. Las acumulaciones cuaternarias que conforman en la mayoría de los casos abanicoterraza ocupan las áreas del fondo de valle (Behm y Mercado, 1984; Dugarte, 2002).

El relieve del área se caracteriza por vertientes abruptas y un fondo de valle profundo; en la vertiente izquierda predominan pendientes suaves y escarpadas; mientras en la vertiente derecha, predominan las pendientes suaves y con menor proporción se presentan las accidentadas, escarpadas y moderadas. Además, posee una dinámica de vertientes con procesos geomorfológicos complejos y

múltiples, ligados al clima y a la actividad sísmica (Dugarte, 2002).

Se pueden diferenciar dos grandes grupos de suelos: los formados sobre el material de vertiente, con poco desarrollo pedogenético debido a la presencia de altas pendientes y, aquellos formados en las acumulaciones aluviales del fondo del valle, los cuales son más profundos. En general, los suelos son muy heterogéneos, en el fondo del valle predominan los Entisoles, mientras que en los sitios de fuerte pendiente donde la acción de pérdida de suelo por procesos erosivos es bastante marcada, prevalecen los Inceptisoles (Araujo, 1981; Behm y Mercado, 1984).

En la zona predominan áreas cubiertas por pastizales naturales y manejados, seguidos por bosques poco densos con evidencias de focos erosivos y movimientos de masa y cultivos permanentes (Dugarte, 2002).

2.2 Selección y codificación de torrentes

Se seleccionaron aquellos torrentes que presentan un orden de cauces según Horton mayor a 1 y se identificaron mediante una codificación establecida por los estudios de Rodríguez (2005), Zurbarán (2006) y Morales (2006).

2.3 Parámetros evaluados

Los criterios utilizados para la selección de los parámetros, corresponden a planteamientos prácticos preestablecidos, de fácil observación en el campo y con un alto grado de representatividad en cuanto a indicadores de potencialidad torrencial se refiere. Los parámetros evaluados comprenden:

- **Precipitación.** Es un factor de gran importancia para determinar la potencialidad torrencial que presentan los cursos de agua, ya que constituye un agente activador de fenómenos torrenciales. Por cuanto la metodología está orientada a la identificación y zonificación de áreas potencialmente torrenciales y no al diseño de obras de control de crecidas o establecimiento de medidas en vertientes, resultó pertinente evaluar este parámetro a través de la generación del mapa de isoyetas anuales, considerando 11 estaciones de influencia en el área, con un registro histórico de 35 años para cada una de ellas; de

esta manera se obtuvo la distribución de la precipitación en el área de la cuenca.

- **Estabilidad relativa.** Basada en la evaluación de las diferentes unidades de Estabilidad Relativa establecidas por Dugarte (2002), con base en la combinación de aspectos geológicos, geomorfológicos y de pendiente. Tal investigación analizó las diferentes categorías de áreas estables, potencialmente inestables, e inestables, considerando la influencia que representan cada una de ellas frente a la ocurrencia de crecidas torrenciales. Sin embargo, sólo se consideraron aquellas unidades cuya representación en el plano es areal; por tanto, no se incluyeron las unidades potencialmente inestables por cercanía a superficies recientes de ruptura (Pif), por amenaza de aludes sísmico (Pia) y por evidencias de represamiento (Pir), por ser lineales y puntuales. La evaluación de dichas unidades se realizó con base en el mapa de Estabilidad Relativa.
- **Morfometría.** El análisis morfométrico está constituido por un sin número de índices y coeficientes; en este estudio se utilizaron el Índice de Compacidad o de forma de Gravelius, la pendiente media y la densidad de drenaje, que en conjunto definen la facilidad para concentrar la escorrentía, la oportunidad de infiltración, la velocidad y capacidad de arrastre de sedimentos, la eficiencia o rapidez de la escorrentía y de los sedimentos para salir de la cuenca luego de un evento de precipitación y con ello inferir cual podría ser el nivel de susceptibilidad a las crecidas. Inicialmente, se realizaron ajustes a los valores establecidos por Henao (1998) donde se asignaron valores comprendidos entre 1 y 6 a cada uno de los índices morfométricos calculados (Cuadro 1). Al integrar los índices, se generó un conjunto de posibles combinaciones a partir de las cuales se definieron seis (6) clases morfométricas basadas en la posible respuesta de los torrentes ante un evento de precipitación, inicialmente por la influencia que tiene la densidad de drenaje en el comportamiento y en la respuesta de los cauces a generar escorrentía superficial, seguido por la pendiente y el coeficiente de forma de la cuenca (Cuadro 2). En síntesis, las clases morfométricas vienen definidas por la integración de la densidad de drenaje, la pendiente media de los torrentes y su coeficien-

Cuadro 1. Categorías de evaluación para los índices morfométricos.

Índices Morfométricos	Categorías					
	1	2	3	4	5	6
<i>Densidad de drenaje (Km/Km²)</i>	< 1,00	1,00 – 1,50	1,51 – 2,00	2,01 – 2,50	2,51 – 3,00	> 3
	Muy Baja	Baja	Moderada	Moderadamente Alta	Alta	Muy Alta
<i>Pendiente media de la cuenca (%)</i>	< 12	12 – 20	21 – 35	36 – 50	51 – 75	>75
	Suave	Accidentado	Fuerte	Muy Fuerte	Escarpado	Muy Escarpado
<i>Coefficiente de compacidad</i>	>1,625	1,501-1,625	1,376-1,500	1,251- 1,375	1,126 – 1,250	1,00 – 1,125
	Oval-oblonga a rectangular-oblonga		Oval-redonda a oval-oblonga		Casi redonda a oval-redonda	

Cuadro 2. Clases Morfométricas con base en las combinaciones de los índices morfométricos.

		Pendiente						
		1	2	3	4	5	6	
Densidad de drenaje	1	111	121	131	141	151	161	1
		112	122	132	142	152	162	2
		113	123	133	143	153	163	3
		114	124	134	144	154	164	4
		115	125	135	145	155	165	5
		116	126	136	146	156	166	6
	2	211	221	231	241	251	261	1
		212	222	232	242	252	262	2
		213	223	233	243	253	263	3
		214	224	234	244	254	264	4
		215	225	235	245	255	265	5
		216	226	236	246	256	266	6
	3	311	321	331	341	351	361	1
		312	322	332	342	352	362	2
		313	323	333	343	353	363	3
		314	324	334	344	354	364	4
		315	325	335	345	355	365	5
		316	326	336	346	356	366	6
	4	411	421	431	441	451	461	1
		412	422	432	442	452	462	2
		413	423	433	443	453	463	3
		414	424	434	444	454	464	4
		415	425	435	445	455	465	5
		416	426	436	446	456	466	6
5	511	521	531	541	551	561	1	
	512	522	532	542	552	562	2	
	513	523	533	543	553	563	3	
	514	524	534	544	554	564	4	
	515	525	535	545	555	565	5	
	516	526	536	546	556	566	6	
6	611	621	631	641	651	661	1	
	612	622	632	642	652	662	2	
	613	623	633	643	653	663	3	
	614	624	634	644	654	664	4	
	615	625	635	645	655	665	5	
	616	626	636	646	656	666	6	

Clases morfométricas	
	Clase I
	Clase II
	Clase III
	Clase IV
	Clase V
	Clase VI

te de forma, las cuales generan características muy particulares que permiten evaluar la respuesta de los torrentes, desde muy lenta hasta muy rápida y violenta, para generar crecidas torrenciales.

- **Índice de protección del suelo.** Permitió determinar el grado de protección que la vegetación brinda al suelo, donde la vegetación arborea densa constituye la protección más eficaz. Se estimó con base en el mapa de Cobertura Vegetal y siguiendo la metodología estableci-

da por el Ministerio del Ambiente (1977) en el Diagnóstico Físico-Conservacionista –Fase I.

2.4 Determinación de la potencialidad torrencial

Se asignaron diferentes categorías de evaluación a los rangos de precipitación media anual, las unidades de estabilidad relativa, las clases morfométricas y el índice de protección total del suelo; esto permitió homogeneizar los diversos parámetros

Cuadro 3. Categorías de Evaluación de los Parámetros para determinar Potencialidad Torrencial.

Parámetros		Rangos o categorías		Valor
		Precipitación (35%)	< 701 mm	
701 – 800 mm			2	
801 – 900 mm			3	
901 – 1000 mm			4	
1001 – 1100 mm			5	
>1100 mm			6	
Unidades de Estabilidad Relativa (30%)	Estables	Con pocas limitaciones (<i>El</i>)		0
		Por procesos erosivo (<i>Pic</i>)		1
	Potencialmente Inestables	Por problemas relacionados por drenaje (<i>Pid</i>)		2
		Por pendiente (<i>Pip</i>)		3
		Por movimientos de masa (<i>Pim</i>)		4
	Inestables	Por olas de descarga (<i>Pio</i>)		5
Por movimientos de masa (<i>Im</i>)		6		
Morfometría (20%)	Clase I		1	
	Clase II		2	
	Clase III		3	
	Clase IV		4	
	Clase V		5	
	Clase VI		6	
Índice de Protección Total (15%)	1.00		1	
	0,80 – 0,99		2	
	0,60 – 0,79		3	
	0,40 – 0,59		4	
	0,20 – 0,39		5	
	0,00 – 0,19		6	

Cuadro 4. Niveles de potencialidad torrencial.

Nivel	Rango	Descripción
Bajo	1,00 - 2,50	Son áreas que se activan como respuesta a lluvias de larga duración cubriendo zonas extensas. Generalmente, son los interfluvios y drenajes de primer orden que drenan directamente al río principal de la cuenca.
Medio	2,51 - 3,50	Predominan precipitaciones medias anuales entre 700 y 900 mm. Presentan una cobertura vegetal variada desde los bosques hasta cultivos, potencialmente inestables por movimientos en masa, pendiente, procesos erosivos y crecientes de los cursos de agua; poseen una respuesta hidrológica moderadamente rápida. Generalmente presentan crecidas en las épocas de mayor precipitación.
Alto	3,51 - 4,75	Prevalecen precipitaciones medias anuales entre 900 y 1000 mm. Áreas potencialmente inestables por pendiente y movimientos en masa; poseen una respuesta hidrológica rápida con una cobertura del suelo que incluye matorrales, asociación de cultivos y pastizales y pastizales naturales. Generalmente presentan crecidas en periodos lluviosos.
Muy Alto	4,76 - 6,00	Áreas caracterizadas por presentar fuertes precipitaciones y condiciones de humedad antecedentes altos, con predominio de cultivos, pastizales y vegetación arbustiva. Desde el punto de vista geológico-geomorfológico, son áreas inestables y potencialmente inestables que responden rápida y violentamente a lluvias de alta intensidad y corta duración, generando crecidas torrenciales frecuentemente.

para posteriormente analizarlos; cada categoría está compuesta por un dígito numérico que va del 1 al 6, donde 1 corresponde a la condición más favorable y 6 representa la condición más desfavorable. Luego, de acuerdo al grado de influencia de cada uno de los parámetros en el nivel de torrencialidad, se asignó un peso porcentual que condujo a evaluar los torrentes, de tal manera que se pudieran seleccionar aquellos con prioridad de tratamiento (Cuadro 3). Finalmente, se definieron cuatro niveles de potencialidad torrencial: Bajo, Medio, Alto y Muy alto, tomando en cuenta condiciones particulares (Cuadro 4).

3. Resultados y discusión

Se evaluaron 186 torrentes, de los cuales sólo uno (1) presentó un nivel de potencialidad torrencial *muy alto*, correspondiendo a un afluente de la quebrada Las Tapias ubicada aproximadamente a 3.200 msnm. El 67,20% de los torrentes (125) presentaron un nivel de potencialidad torrencial *alto*, entre las cuales se pueden mencionar los torrentes de las quebradas El Diamante, La Azulita, Paiva, Ovalles, Las Lapas, Las Talas, La Pañoleta, Tabacal, El Silencio, Cacique, San Rafael, El Quebradón, Monseñor

Moreno, Los Marques, Quebrada Arriba, Zarzal y El Oso; los restantes presentaron un nivel de potencialidad torrencial *medio*, representando un 32,26%, entre los cuales se destacan los de las quebradas: El Barro, Monte Frío, Los Chachos, Don Pablo, Guapapao, El Uvito, Bodoque-San Pablo, El Llanito, La Bolsa, La Capellanía, Nirgua y Las Águilas.

En términos de área, en la cuenca del río Mocotíes predomina un nivel de potencialidad torrencial medio con 48,11%, seguido por un nivel alto con el 47,03%. Por tanto, más del 90% del área ocupada por la cuenca es susceptible a crecidas torrenciales (Figura 2).

En la vertiente derecha predomina el nivel *medio-alto* con una distribución relativamente equitativa; mientras que en la vertiente izquierda, predomina un nivel de potencialidad torrencial *alto*, que la hace más susceptible a la ocurrencia de crecidas torrenciales; en las márgenes del río Mocotíes prevalece una potencialidad torrencial *baja-media* (Figura 3).

Los sectores con nivel de potencialidad torrencial alto se localizan en la vertiente izquierda del río Mocotíes entre los municipios Tovar y Antonio Pinto Salinas y en la vertiente derecha, específicamente, en la quebrada Mejías. El nivel de potencialidad torrencial medio se ubica fundamentalmente

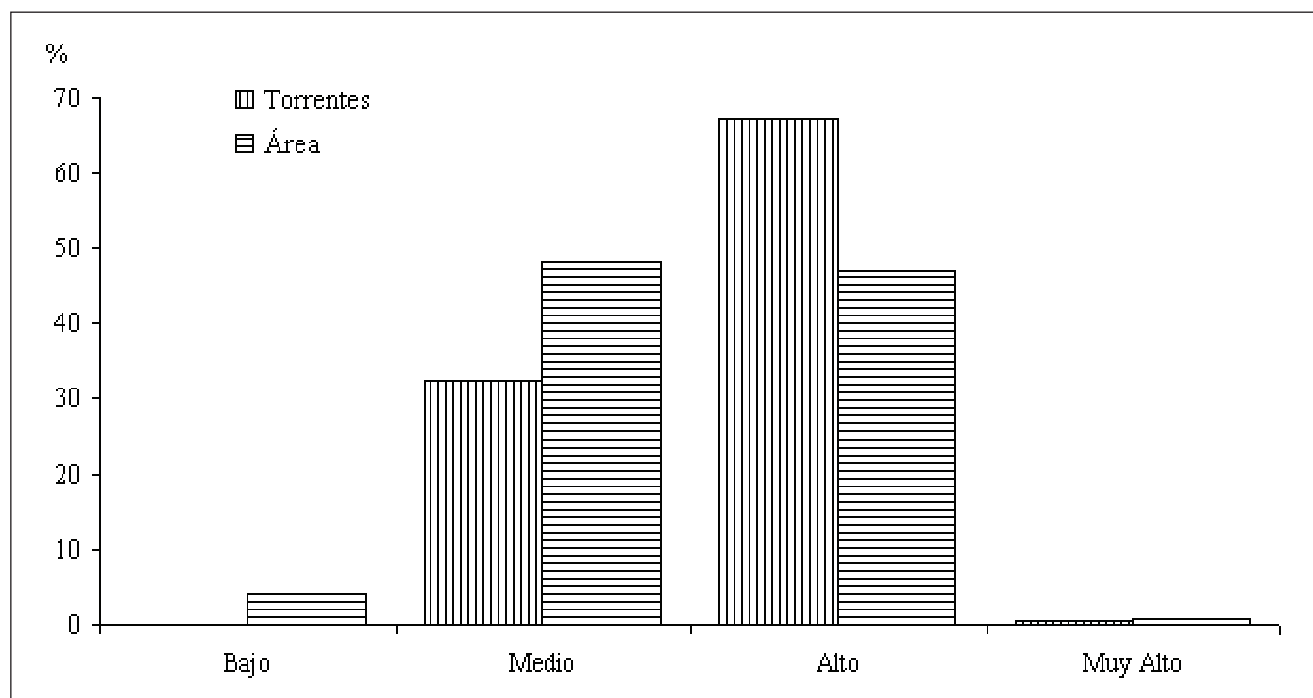


Figura 2. Porcentaje de potencialidad torrencial en la cuenca del río Mocotíes por torrentes y por área.

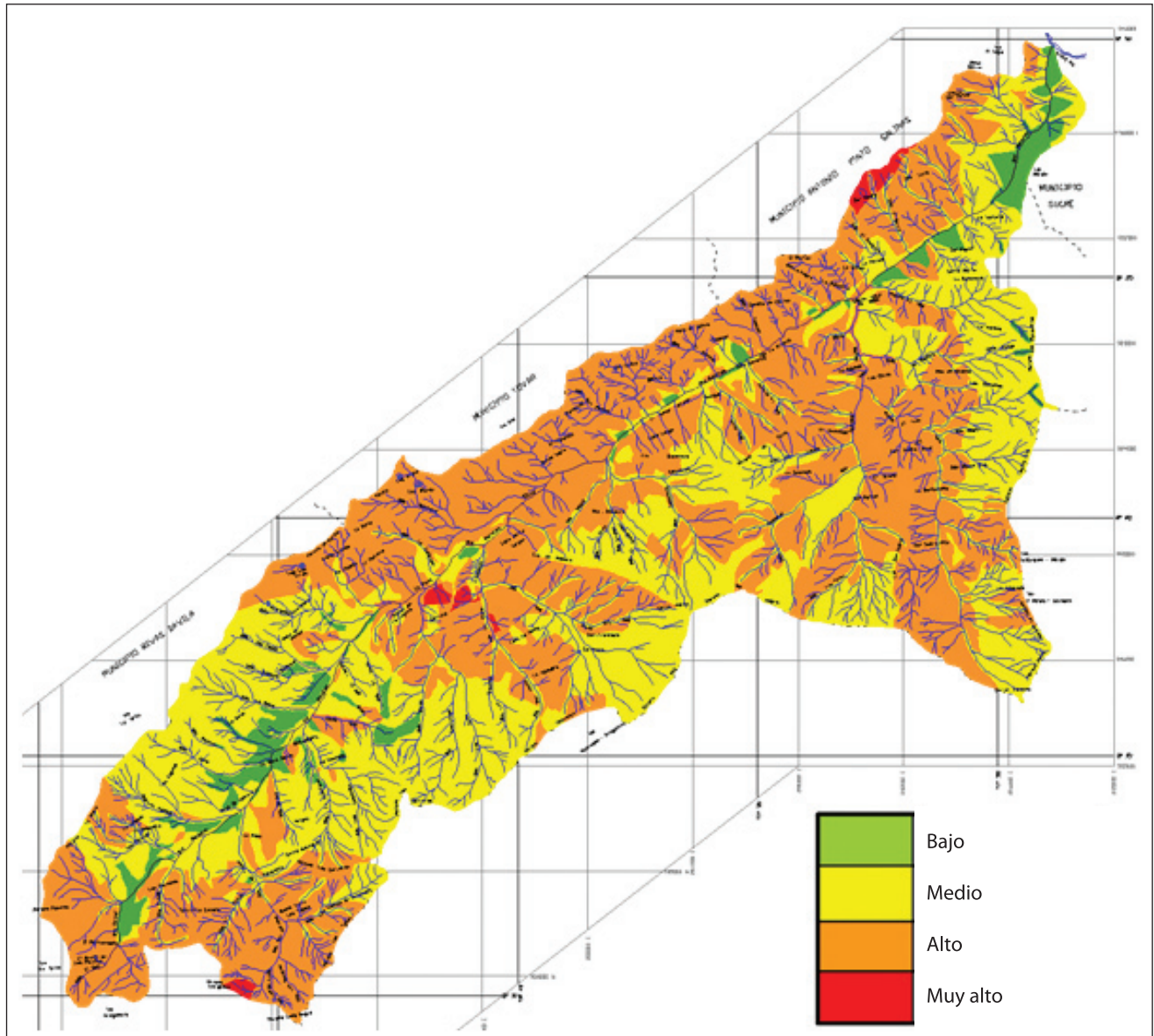


Figura 3. Niveles de potencialidad torrencial de la cuenca del río Mocotíes.

a ambas vertientes del municipio Rivas Dávila y en la vertiente derecha de los municipios Tovar y Pinto Salinas. El nivel muy alto correspondió a la parte alta de la quebrada El Barro del municipio Antonio Pinto Salinas.

Al comparar los resultados con los torreses que se activaron en el evento de precipitación de febrero del 2005 se obtuvo una alta correlación entre lo ocurrido y lo obtenido con la aplicación de la presente metodología, representado en la figura 2; ello se evidenció en las microcuencas de los torreses de las quebradas El Barro, El Tabacal, El Silencio, Mejías, La Pañoleta, San Rafael, Paiva, San

Isidro, San Francisco, entre otras; en las cuales se encuentran localizados importantes asentamientos humanos, obras de infraestructura, actividades productivas y áreas de equipamiento de servicios y que según el estudio, resultaron con un nivel de torrencialidad medio-alto.

4. Conclusiones y recomendaciones

Los parámetros utilizados en la metodología fueron validados, ya que sus resultados se lograron evidenciar con el evento ocurrido en febrero de 2005.

El conocimiento de las condiciones físico-naturales y su sensibilidad frente a potenciales acciones de intervención y usos concomitantes constituye uno de los alcances del proceso de Ordenación de Cuencas Hidrográficas.

La metodología aplicada representa una herramienta de apoyo para la identificación y localización de zonas potencialmente torrenciales lo cual facilitará posteriormente, la aplicación de metodologías específicas para el diseño de medidas en vertientes y obras de corrección de torrentes tendientes a minimizar o mitigar los efectos y consecuencias de las crecidas torrenciales.

5. Referencias bibliográficas

- ARAUJO, B. 1981. Clasificación de tierras para el uso agrícola de la cuenca del río Mocotíes. Sector medio-inferior. Trabajo especial de grado. Escuela de Geografía, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 230 p.
- BEHM, V. y S. MERCADO. 1984. Caracterización de los sistemas agrícolas en la cuenca del río Mocotíes- estado Mérida. Base para la ordenación territorial. Trabajo especial de grado. Escuela de Geografía, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 215 p.
- DUGARTE, M. 2002. Evaluación de áreas susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa en la cuenca del río Mocotíes del estado Mérida. Trabajo de grado. Maestría en Manejo de Cuencas. CEFAP, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 195 p.
- FERRER, C. y J. LAFFAILLE. 2001. *Evaluación de las condiciones físicas y análisis de la vulnerabilidad como base a establecimiento de niveles de susceptibilidad del sector Los Pepos, Santa Cruz de Mora, municipio Antonio Pinto Salinas, Mérida*. Mérida, Venezuela: Fundación para la Prevención de Riesgo Sísmico (FUNDAPRIS). 341 p.
- HENAO, J. 1998. *Introducción al manejo de cuencas hidrográficas*. Santa Fé de Bogotá, Colombia: Universidad Santo Tomás. División de Universidad Abierta y a Distancia-DUAD. 218 p.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES-MARN. 1977. *Instructivo para Diagnóstico conservacionista. Fase I. Serie Informes Técnicos: DGI/IT/11*. Caracas, Venezuela. 122 p.
- MORA, B. 2004. Análisis de la estructura y dinámica territorial del municipio Rivas Dávila. Bases para una propuesta de ordenación territorial y de gestión. Trabajo de grado. Maestría en Ordenación del Territorio. CEFAP, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 276 p.
- MORALES, P. 2006. Jerarquización de torrentes en el municipio Rivas Dávila y en la parroquia San Francisco del municipio Tovar, estado Mérida. Trabajo especial de grado. Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 254 p.
- RODRÍGUEZ, L. 2005. Jerarquización de torrentes en el municipio Antonio Pinto Salinas. Cuenca baja del río Mocotíes. Trabajo especial de grado. Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 244 p.
- VALERO, J. 1990. *Propuesta del plan de manejo de cuencas de la cuenca del río Mocotíes*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Región 12. Mérida, Venezuela. 124 p.
- ZURBARÁN, S. 2006. Jerarquización de torrentes en el municipio Tovar. Cuenca del río Mocotíes. Trabajo especial de grado. Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 305 p.