

Universidad de Los Andes
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales
Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales
Centro de Estudios de Postgrado
Maestría en Gestión de Riesgos Socionaturales

**GESTIÓN DE RIESGOS SOCIONATURALES ASOCIADOS A
PROCESOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS, MICROCUENCA
DE LA QUEBRADA MILLA. MUNICIPIO LIBERTADOR,
MÉRIDA, VENEZUELA.**

**Trabajo especial de grado presentado ante la ilustre Universidad de Los
Andes para optar al título de Magister Scientiae**

Autor:

Ing. Geol. Judith Jasmín Torres Bastidas
C.I. V-17.664.617

Tutor académico: Ing. Geol. M.Sc. Ninfa Montilla

Asesor: Geog. M.Sc. Nerio Ramírez

Mérida, julio del 2024

Reconocimiento

ÍNDICE

	Pág.
LISTA DE TABLAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	viii
ABSTRAC.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULOS	
I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
Objetivos de la investigación.....	11
Justificación y alcance de la investigación.....	11
II MARCO TEÓRICO.....	14
Bases Teóricas.....	14
Antecedentes de la investigación.....	19
Antecedentes relacionados con el tema de investigación.....	22
Metodologías consultadas para la definición de sitios críticos y la priorización de actuaciones.....	23
Antecedentes relacionados con los estudios de vulnerabilidad social.....	24
III MARCO METODOLÓGICO.....	27
Tipo de investigación.....	27
Población y muestra.....	28
El procedimiento metodológico.....	28
Fase 1. Fotointerpretación y generación de un mapa preliminar.....	35
Fase 2: Descripción detallada de zonas críticas, áreas estables e inestables	35
Fase 3: Elaboración de cartografía temática.....	37
Fase 4: formulación de medidas prospectivas, correctivas y reactivas para la gestión del riesgo socio natural en la microcuenca de la quebrada Milla	39
IV ASPECTOS FÍSICO-NATURALES Y SITIOS CRÍTICOS UBICADOS EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA MILLA.....	46
Delimitación del área de estudio.....	46
Aspectos meteorológicos y climáticos.....	53
Contexto geomorfológico.....	57
Identificación de las zonas críticas en la microcuenca de la quebrada Milla.....	81
Identificación de los elementos expuestos en la microcuenca de la quebrada Milla.....	115
V ACCIONES PROSPECTIVAS, CORRECTIVAS Y REACTIVAS.....	128
Medidas prospectivas, correctivas y reactivas, implementadas en la microcuenca de la quebrada Milla.....	128

Formación técnica y práctica en consejos comunales.....	128
Incorporación del sistema de alerta temprana.....	130
Medidas prospectivas, correctivas y reactivas a implementar por prioridades.....	136
VI MECANISMOS DE GESTIÓN DE RIESGOS ANTE MOVIMIENTOS DE MASADETONADOS POR PRECIPITACIONES O AFECTACIÓN HUMANA EN LA MICROCUENCA MILLA.....	160
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	177
REFERENCIAS.....	181

www.bdigital.ula.ve

LISTA DE TABLAS

Tabla	Pág.
1 Registro histórico de movimientos de masa y crecidas excepcionales asociados a la microcuenca de la quebrada Milla (1959-2024).....	7
2 Mosaico de fotografías aéreas misión 010480 (Escala 1:35.000) de la ciudad de Mérida, área metropolitana del municipio Libertador.....	33
3 Esquema resumen de la metodología utilizada.....	43
4 Localización de la microcuenca de la quebrada Milla.....	46
5 Localización del área de estudio en zona urbana.....	47
6 Precipitación media mensual (mm) estación Santa Rosa período (1971-2001).....	56
7 Clasificación de pisos térmicos. *Redondeada de 4.680 – 167 T.....	57
8 Propiedades lineales microcuenca de la quebrada Milla.....	59
9 Cálculos del perfil longitudinal de la quebrada Milla.....	60
10 Perfil longitudinal de la quebrada Milla.....	60
11 Especies vegetales en la microcuenca de la quebrada Milla.....	63
12 Registro de precipitaciones diarias acumuladas antecedente por evento identificado en la microcuenca de la quebrada Milla.....	76
13 Resumen de los umbrales.....	78
14 Intensidades máximas de precipitación (en mm/h) para diferentes frecuencias y duraciones (Estación Santa Rosa).....	79
15 Zonas críticas en la microcuenca de la quebrada Milla.....	103
16 Líneas vitales y estructuras según su uso por zona crítica.....	118
17 Afectación a elementos expuestos por zona crítica.....	118
18 Estudios científicos aplicados en la microcuenca de la quebrada Milla....	133
19 Medidas correctivas y prospectivas generalizadas orientados al ámbito físico natural (Microcuenca de la quebrada Milla).....	139
20 Medidas correctivas y prospectivas generalizadas orientados en cuanto al ámbito físico natural.....	140
21 Medidas correctivas y prospectivas en sectores relacionados al ámbito físico natural.....	151
22 Medidas de gestión que se deben aplicar en la microcuenca de la quebrada Milla, considerado la gestión de riesgo como un medio transversal.....	152

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág.
1 Fotointerpretación de movimientos en masas como elemento principal a considerar en la delimitación de las zonas críticas.....	34
2 Localización del área de estudio (imagen reducción del original).....	48
3 Límites de consejo comunales.....	52
4 Comparación de las medias decadales de precipitación total mensual.....	53
5 Histograma de precipitación media mensual (mm), en la estación Santa Rosa, periodo 1971-2001.....	55
6 Precipitación anual (mm), en la estación Santa Rosa, periodo 1971-2001.	57
7 Afluente El Conuco. A la margen izquierda de la quebrada Milla.....	61
8 Susceptibilidad a movimientos en masa, área geográfica de la URO de la ciudad de Mérida.....	66
9 Unidades litoestratigráficas en contacto de falla.....	69
10 Se muestran los depósitos de coluviones	71
11 Se destacan los bloques y cantos relacionados a depósitos de coluviones.	71
12 Depósitos caóticos representan los coluviones.....	73
13 Zona crítica 1 (ZC-1): Sedimentos detríticos gruesos clasificadas como cantos y bloques.....	84
14 Restos vegetales y caídas de rocas en la zona crítica 1.....	84
15 Umbrales de puentes ubicados en el parque zoológico Los Chorros de Milla.....	84
16 Umbrales de puentes ubicados en el parque zoológico Los Chorros de Milla.....	84
17 Activación de movimientos de masa.....	86
18 Ladera inestable por intervención antrópica en la zona crítica 2	86
19 Procesos erosivos laterales a lo largo de la microcuenca de la quebrada Milla.....	88
20 Umbrales del puente en el sector San Pedro en la zona crítica 3.....	88
21 Obsérvese movimientos de masa que pueden afectar la tubería de agua potable.....	89
22 Obsérvese movimientos de masa que pueden afectar la tubería de agua potable.....	89
23 Obsérvese la zona crítica.....	90
24 Obsérvese los sectores El Manantial (Izquierda).....	91
25 Loeca que corresponden a la zona crítica 6 (Derecha).....	91
26 Se muestra el sector Unión.....	92
27 Se muestra el depósito de cuña coluvial, el cual sirve de base a la intervención realizada por los sectores de la comunidad La Calera.....	94
28 Crecimiento urbano en el sector La Calera.....	94
29 Crecimiento en el sector La Calera.....	95
30 La imagen muestra El sector La Campiña.....	96
31 El estado del cauce de la microcuenca Milla.....	96

32	Se muestra el sector El Amparo.....	98
33	Se muestra el sector El Amparo.....	98
34	Se muestra la afectación de viviendas por procesos erosivos y crecida de la microcuenca Milla.....	100
35	Se muestra la afectación de viviendas por procesos erosivos y crecida de la microcuenca Milla.....	100
36	Depósitos localizados en la Vega de la Isla.....	102
37	Depósitos localizados en la Vega de la Isla.....	102
38	Mapa de zonas críticas del área de estudio a escala 1:6000. (Imagen reducción del original).....	114
39	Afectación de elementos expuestos por zona crítica.....	116
40	Afectación de elementos expuestos por zona crítica.....	117
41	Mapa de elementos expuestos presentes en cada zona crítica del área de estudio a escala 1:6000. (reducción del original).....	126
42	Rediseñar medidas correctivas y mitigantes en la microcuenca de la quebrada Milla.....	142
43	Rediseñar medidas correctivas y mitigantes en la microcuenca de la quebrada Milla.....	142
44	Aplicar medidas mitigantes al pie de laderas y /o taludes con reforestación.....	144
45	Aplicar medidas mitigantes al pie de laderas y /o taludes con reforestación.....	144
46	Aplicar medidas correctivas y mitigantes referidas a limpieza del canal fluvial.....	145
47	Aplicar medidas correctivas y mitigantes referidas a limpieza del canal fluvial.....	145
48	Continuar con el sistema de alerta temprana.....	146
49	Restringir las construcciones y usos anárquicos en zonas críticas (Sectores Cerro La Milagrosa, y La Calera).....	148
50	Restringir las construcciones y usos anárquicos en zonas críticas (Sectores Cerro La Milagrosa, y La Calera).....	148
51	Aplicación de obras correctivas y prospectivas en el cauce.....	151
52	Aplicación de obras correctivas y prospectivas en el cauce.....	151
53	Aplicación de obras correctivas y prospectivas en el cauce.....	151
54	Vías de comunicación en crecidas excepcionales de la microcuenca de la quebrada Milla.....	163
55	Participación ciudadana en sistema de alerta temprana implementada en la microcuenca Milla.....	168
56	Áreas estables en la microcuenca Milla, sector La Hechicera.....	171
57	El parque Venezuela, avenida Universidad.....	171
58	Puntos de concentración en la microcuenca Milla, sector La Hechicera/ entrada a sector San Pedro.....	172
59	Barrio Andrés Eloy Blanco II, avenida Universidad.....	172
60	Rutas de servicio en la microcuenca Milla, vía La Hechicera –Los Chorros.....	173

61	Avenida Universidad – La Milagrosa y vía a CORPOANDES.....	173
62	Rutas de evacuación en la microcuenca Milla, vía La Hechicera –San Pedro.....	175
63	Rutas de evacuación en la microcuenca Milla Avenida Universidad – La Campiña.....	175
64	Rutas de evacuación en la microcuenca Milla Avenida Universidad-Los Chorros-La Milagrosa.....	175
65	Mapa de medidas de gestión en la microcuenca de la quebrada Milla a escala 1:6000. (Reducción del original).....	176

www.bdigital.ula.ve

Universidad de Los Andes
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales
Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales
Centro de Estudios de Postgrado
Maestría en Gestión de Riesgos Socionaturales

**GESTIÓN DE RIESGOS SOCIONATURALES ASOCIADOS A PROCESOS
HIDROGEOMORFOLÓGICOS, MICROCUENCA DE LA QUEBRADA
MILLA. MUNICIPIO LIBERTADOR, MÉRIDA, VENEZUELA**

Autor: Ing. Geol. Judith Jasmín Torres Bastidas
Tutor académico: Ing. Geol. M.Sc. Ninfa Montilla
Asesor: Geog. M.Sc. Nerio Ramírez
Fecha: julio 2024

RESUMEN

El presente estudio se centra en la microcuenca de la quebrada Milla (parte media/baja), ubicada en el municipio Libertador del estado Mérida, su objetivo principal es formular acciones para la gestión de riesgos por movimientos en masa, originados tanto por precipitaciones como por acciones humanas. La investigación busca ofrecer información valiosa que sirva de apoyo en la toma de decisiones relacionadas con la planificación urbana, la ejecución de obras de infraestructura y el desarrollo de estrategias educativas comunitarias, con el fin de reducir el nivel de exposición a las amenazas por procesos hidromorfológicos, de los consejos comunales que hacen vida dentro de la microcuenca de la quebrada Milla. La investigación se consideró como un proyecto factible, con la aplicación de técnicas cuantitativas, y la observación de campo, además de utilizarse herramientas como la revisión documental, el análisis espacial, y la cartografía temática. El estudio se consideraron 12 zonas críticas que representan las zonas con mayor ocurrencia de movimientos en masa, principalmente debido a la combinación de factores condicionantes tales como: pendiente pronunciada, la litología presente, el estado físico y mecánico de la roca y el suelo, además de la presencia de viviendas en zonas susceptibles. Se interpretó los datos de las precipitaciones extremas y de corta duración, junto con el factor antrópico tales como: la construcción de infraestructuras sin la debida planificación. Finalmente se sugiere la implementación de las medidas correctivas, prospectivas y reactivas para contribuir a la adecuada aplicación de la gestión de riesgo socionatural generado por procesos hidromorfológicos en el área de estudio.

Palabras clave: procesos hidromorfológicos, gestión de riesgos, microcuenca, planificación urbana.

University of Los Andes
Faculty of Forestry and Environmental Sciences
Institute of Geography and Conservation of Natural Resources
Center for Postgraduate Studies
Master's Degree in Socio-Natural Risk Management

**MANAGEMENT OF SOCIONATURAL RISKS ASSOCIATED WITH
HYDRO-GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES, MICRO-BASIN OF
QUEBRADA MILLA. LIBERTADOR MUNICIPALITY, MÉRIDA,
VENEZUELA**

Author: Geo. Eng. Judith Jasmín Torres Bastidas
Academic tutor: Geo. Eng. M.Sc. Ninfa Montilla
Advisor: Geo. Eng. M.Sc. Nerio Ramírez
Date: July 2024

ABSTRAC

The present study focuses on the micro-watershed of the Milla Creek (middle/lower part), located in Minucipality Libertador of Mérida State, Venezuela. Its main objective is to formulate actions for the management of risks due to hydrogeomorphological processes, originated both by rainfall and human actions. The research seeks to offer valuable information to support decision making related to urban planning, the execution of infrastructure works and the development of community educational strategies, in order to reduce the level of exposure to hydrogeomorphological hazards of the community councils that live within the micro-watershed of the Milla Creek. The research was considered as a feasible project, with the application of quantitative techniques, and field observation, in addition to using tools such as documentary review, spatial analysis, and thematic mapping. The study considered 12 critical zones that represent the areas with the highest occurrence of mass movements, mainly due to the combination of conditioning factors such as: steep slope, the lithology present, the physical and mechanical state of the rock and soil, in addition to the presence of houses in susceptible areas. The data on extreme and short-term rainfall were interpreted, together with the anthropic factor such as: the construction of infrastructures without proper planning. Finally, the implementation of corrective, prospective and reactive measures is suggested to contribute to the adequate application of the management of socio-natural risks generated by hydrogeomorphological processes in the study area.

Key words: hydrogeomorphological processes, risk management, micro-watershed, urban planning.

INTRODUCCIÓN

Los países latinoamericanos se han desarrollado sin ningún tipo de control en lo que a la utilización de los recursos naturales se refiere. Esta dinámica entre hombre y el espacio geográfico conllevan a evidenciar ciertos impactos negativos que son observados en el desarrollo no planificado de ciudades, cuyos asentamientos se ubican en áreas de alto riesgo.

Venezuela enfrenta una perspectiva compleja en materia de gestión de riesgos. La combinación de una alta vulnerabilidad, el aumento de las amenazas y una gestión de riesgos deficiente crea un escenario propicio para la ocurrencia de eventos con graves consecuencias para la población y el medio ambiente. Es necesario un cambio profundo en la forma en que se aborda la gestión de riesgos en el país, con un enfoque integral que incluya la reducción de la vulnerabilidad, el fortalecimiento de las capacidades institucionales y la participación activa de las comunidades.

En el estado Mérida se han implementado numerosas estrategias para la gestión de riesgos por movimientos en masa, la mayoría de ellos se han orientado a la generación de numerosos estudios de investigación, así como también; la inclusión de estos estudios diagnósticos en la base para la toma de decisiones dentro de la normativa vigente. La experiencia obtenida realza el uso de mapas de zonificación de amenazas y riesgo para el ordenamiento territorial y la gestión de emergencias.

Los movimientos en masa, como deslizamientos, flujos de detritos y caídas de rocas, constituyen una amenaza latente para las comunidades que habitan en áreas susceptibles a este tipo de fenómenos. Su impacto puede ser significativo, ocasionando daños considerables a la infraestructura, pérdida de vidas humanas y alteraciones significativas al medio ambiente.

La gestión efectiva de los riesgos asociados a movimientos de masa requiere un enfoque integral que combine la evaluación científica del riesgo, la implementación de medidas técnicas y la participación activa de las comunidades. Solo así se podrá construir un futuro más resiliente para las poblaciones que habitan en zonas propensas a este tipo de eventos.

En el caso de la microcuenca de la quebrada Milla en el estado Mérida, Venezuela, la población se encuentra expuesta a un alto riesgo de sufrir los efectos de los movimientos en masa. Diversos estudios han identificado la zona como susceptible a la generación de este tipo de procesos, relacionados con diversos factores condicionantes como la pendiente pronunciada del terreno, la composición geológica de los macizos rocosos y la inestabilidad geomecánica.

Recientes estudios aplicados en la microcuenca de la quebrada Milla, mencionan que el fondo valle de esta microcuenca es potencialmente susceptible ante la ocurrencia de movimientos de masa, entre ellos se incluyen: el Parque Zoológico Chorros de Milla, el barrio Unión, barrio El Manantial, sector Los Pinos, sector El Conuco, sector La Calera, el barrio Andrés Eloy Blanco y el sector La Providencia.

La ocupación ilegal de terrenos en zonas de alto riesgo, como el sector La Calera, incrementa considerablemente la vulnerabilidad de la comunidad ante movimientos de masa. La construcción de viviendas en laderas inestables, sin considerar las normas de construcción y las características geotécnicas del terreno, aumenta la probabilidad de deslizamientos y otros eventos similares.

Por esta razón, la carencia de planificación adecuada para la disposición de servicios básicos, como el manejo de aguas residuales, genera condiciones propicias para la degradación ambiental y el aumento del riesgo de evento. La descarga de aguas servidas directamente a la quebrada El Conuco, como se observa en la parroquia Milla, provoca la erosión de los macizos rocosos, debilitando las rocas y haciéndolo más susceptible a movimientos de masa.

Por lo tanto, es necesario aplicar enfoques modernos en torno a las medidas para la adecuada aplicación de la gestión de riesgos, evitando al máximo la exposición de la comunidad mediante la regulación del uso del suelo en las áreas definidas como críticas ante eventos extremos, llegando eventualmente a la prohibición de nuevas construcciones en zonas de amenaza alta, la reubicación de viviendas, estructuras existentes y priorizar la atención en caso de emergencias.

El presente estudio de investigación tiene por objeto formular acciones para la gestión de riesgos por movimientos de masa detonados por precipitaciones y acciones

humanas en la microcuenca de la quebrada Milla (parte media/baja), municipio Libertador estado Mérida; con la finalidad de ofrecer información básica que coadyuve en la toma de decisiones referidas a la planificación urbana, la ejecución de obras de infraestructuras y estrategias educativas comunitarias en aras de reducir el nivel de exposición de la población.

Este proyecto está estructurado en cinco capítulos que describen detalladamente los pasos a seguir para lograr el objetivo principal de la investigación a saber:

Capítulo I: está referido al planteamiento del problema, el objetivo general, los objetivos específicos, la justificación y alcances de la investigación.

En el capítulo II, se presenta el marco teórico donde se soporta las bases teóricas de la gestión de riesgos y los antecedentes de la investigación.

El capítulo III, muestra el marco metodológico donde se engloba el tipo de investigación, la población y muestra, el diseño de la investigación y el procedimiento para su ejecución.

En el capítulo IV, se respalda la localización del área de estudio, las condiciones físico-naturales del área, y se describen los sitios críticos ante movimientos de masa detonados por precipitaciones, que se ubican a lo largo de la microcuenca de la quebrada Milla y los elementos expuestos ante los movimientos de masa.

El capítulo V y VI, comprende las acciones de gestión y los mecanismos de gestión respectivamente que son planteados para la microcuenca de la quebrada Milla.

Metodológicamente se define como un proyecto factible de campo, comprende tres grandes etapas divididas en etapa pre-campo, campo y oficina. La etapa pre-campo: describe la fotointerpretación de las imágenes satelitales, la recopilación bibliográfica, hemerográfica y cartográfica del área de estudio, así como también el registro histórico de los eventos ocurridos y la elaboración de la cartografía preliminar que servirá de base de apoyo en la etapa de campo.

La etapa de campo comprende: la descripción y verificación en terreno de las zonas críticas, de los elementos expuestos, así como también las zonas definidas como estables e inestables.

Finalmente, se compila la información para generar la cartografía referente a zonas críticas, elementos expuestos, acciones prospectivas correctivas y reactivas en el área de estudio; además se sugieren medidas reactivas para la correcta aplicación de la gestión de riesgos.

www.bdigital.ula.ve



ula
Instituto
de Geografía
y Conservación
de Recursos
Naturales

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dada las condiciones de sitio en la microcuenca de la quebrada Milla se hace necesario la formulación de una adecuada gestión de riesgo en el área de estudio, en virtud de la presencia de zonas susceptibles a la ocurrencia de movimientos de masa, que junto al carácter recurrente de las precipitaciones detonan procesos fluviotorrenciales (crecidas excepcionales, desbordes y colmatación de canal) en áreas de fondo de valle; así como también distintos movimientos de masa en áreas de vertientes tales como: deslizamientos, caídas de rocas, avalancha de rocas, socavación basal, reptación, entre otros.

La combinación de procesos geológicos e intervención antrópica, como los movimientos en masa, y la intervención humana descontrolada, así como la ocupación ilegal del suelo. Esta situación no solo condiciona las características físicas naturales del lugar, sino que también determina la calidad de vida de las comunidades que allí habitan.

Otro factor a tener en cuenta en la microcuenca de la quebrada Milla es las manifestas lluvias acumuladas antecedentes, cuyos valores se pueden incrementar drásticamente generando ocurrencia de procesos de movimientos de masa, potencialmente erosivos tal como lo reportan los registros históricos (tabla 1). Es importante resaltar que en algunos sectores dentro de la microcuenca la acción erosiva del agua superficial se manifiesta en el lavado superficial de los suelos, degradando los macizos rocosos que ya están afectados por el factor antrópico especialmente en áreas de vertientes, cuyas rocas muy fracturadas y alteradas acentúan la condición para que ocurran movimientos en masa.

Tabla 1. Registro histórico de movimientos de masa y crecidas excepcionales asociados a la microcuenca de la quebrada Milla (1959-2024).

FECHA	LUGAR	DESCRIPCIÓN
14/11/1959	Mérida (Los Chorros)	A causa de la intensa lluvia, la noche del jueves se produjeron graves desperfectos en el parque zoológico Chorros de Milla. Nota: Microfilm 2033 – 108. Diario “El Vigilante”. Página 4, (Biblioteca Nacional Tulio Febres Cordero) Mérida Sábado, 14 de noviembre de 1959
18/05/1972	Milla, municipio Libertador.	Al caer la tarde del martes el río Milla se desbordó en una creciente casi sorpresiva e imponente como hacía años que no se registraba. Nota: Diario El Vigilante Pagina 2, Ejemplar 10015, (Biblioteca Nacional Tulio Febres Cordero). Mérida, 18 de mayo de 1972.
30/10/1977	Los Chorros, municipio Libertador	Deslizamiento causado por lluvias. Una vivienda tapiada y 2 muertos. Nota: Diario El Universal cit. por DNPCAD. En:www.desinventar.org
20/10/1987	Andrés Eloy Blanco, San José de Las Flores, Santa Anita y La Vega de La Parroquia, municipio Libertador.	Deslizamiento y desbordamiento. Nota: Diario Frontera. Mérida, 20 de octubre de 1987-
14/09/1989	Chorros Milla y Andrés Eloy Blanco, municipio Libertador	Truenos, lluvia y vientos huracanados. Fuerte tormenta azotó la ciudad. La DC y los bomberos evacuaron 10 familias entre Los Chorros de Milla y el barrio Andrés Eloy Blanco después que sus viviendas fueron inundadas por el río. Nota: Microfilm 2033 – 108 Ejemplar no. 14.305 diario el Vigilante (Biblioteca Nacional Tulio Febres Cordero) Mérida, jueves 14 de septiembre de 1989
30/10/2001	La Pedregosa, Santa Rosa y Mucujún, municipio Libertador.	Torrenciales lluvias. Nota: Hemeroteca Simón Bolívar. Periódico regional “Frontera”, cuerpo C, Mérida 31 de octubre de 2001.
05/04/2002	Vía El Valle, Mérida, municipio Libertador	Derrumbes. Nota: Hemeroteca Simón Bolívar. Periódico regional “Frontera” cuerpo C, p. 8
07/04/2002	Los Chorros y del barrio Andrés Eloy Blanco, municipio Libertador	BAJARON LAS AGUAS Las crecidas de las aguas de las cascadas del parque zoológico afectó notablemente las instalaciones de este espacio recreacional, aunque no se reportó la muerte de ninguna especie. Nota: Diario Frontera 7 de abril de 2002 (Biblioteca Simón Bolívar) Mérida.
26/04/2002	Mérida (sector La Milagrosa), municipio Libertador.	Movimiento en masa. Nota: Periódico regional “Frontera” 27 de abril del 2002.

Tabla 1. (Cont.)

24/04/2004	Milla, municipio Libertador	Crecida del río Milla pone en alerta a los organismos de seguridad. Entre la noche del jueves y la mañana del viernes el registro pluviométrico indica que sobre la ciudad cayeron 33 milímetros de agua, alcanzando un total de 140 mm. Hasta el 23 de abril y de acuerdo a las proyecciones para el 30 de abril se estiman 180 milímetros, cantidad muy superior a los 150 milímetros de agua registrados para abril del 2003. Nota: Diario Frontera, (biblioteca Simón Bolívar). 24 de abril de 2004
05/04/2005	Mérida (sector Los Chorros de Milla, barrio Andrés Eloy Blanco y La Hoyada de Milla, municipio Libertador)	Desbordamiento del río Milla a causa de una fuerte tempestad que ocasiona serias emergencias en el parque zoológico Chorros de Milla. Fuente: Hemeroteca Simón Bolívar, periódico regional “Frontera”, p. 8, cuerpo C. Mérida. domingo 07 de abril del 2005; Artículo: “Intensa tempestad generó caos en Mérida”
19/10/2005	Mérida, sector San Benito, municipio Libertador	Derrumbes. Nota: Hemeroteca Simón Bolívar. Periódico regional “Frontera”, Mérida, jueves 20 de octubre del 2005, cuerpo B, p. 1
08/05/2006	Mérida. Área metropolitana cerca del parque La Isla al frente del tanque del INOS, municipio Libertador	Crecida fuerte del río Albarregas. Fuertes lluvias durante 48 horas, produciendo el arrastre de varios vehículos que se encontraban en un estacionamiento muy cercano a un pequeño talud del cauce del río, socavó lateralmente el estacionamiento y cayeron los 3 vehículos al río siendo arrastrados unos metros. Fuente: Hemeroteca Simón Bolívar, periódico regional “El Cambio”, p.29, cuerpo único.
08/05/2006	El Valle, San Jacinto, Santa Catalina, Loma de Los Maitines, El Arenal, Santa Rosa, Trasandina, municipio Libertador.	Deslizamiento. Nota: Hemeroteca Simón Bolívar. Periódico regional “Frontera”, cuerpo B, Mérida viernes 09 de mayo del 2006.
01/11/2016	Sector La Calera, crecidas de la quebrada Gavidia, afectaciones de viviendas en la Ciudad de Mérida, municipio Libertador.	Afectaciones por lluvias extremas. Fuente: Reporteros comunitarios de Mérida/Aporrea.org. 01/11/2016.
08/04/2021	Sector Los Chorros de Milla, desbordamiento de la quebrada Milla el día 7 de abril, afectaciones al Parque zoológico de Milla, y sectores Cruz verde, Andrés Eloy, La Vega I, II y Cruz verde, municipio Libertador.	Noche de pánico en Mérida ante crecida del río Albarregas. Nota: Diario Los Andes. Yanara Vivas. 8/4/2021.
10/5/2022	Barrio Andrés Eloy municipio Libertador.	Afectación del Barrio Andrés Eloy al fracturarse el muro de contención de la quebrada Milla Río, Milla reventó el muro de contención y dejó estragos en Mérida. Nota: Radio Fe y Alegría, noticias. Héctor Cortez Ruiz. 10/5/2022.
10/5/2022	Barrio Andrés Eloy municipio Libertador.	Afectación del Barrio Andrés Eloy al fracturarse el muro de contención de la quebrada Milla Río, Milla reventó el muro de contención y dejó estragos en Mérida. Nota: Radio Fe y Alegría, noticias. Héctor Cortez Ruiz. 10/5/2022.

Tabla 1. (Cont.)

FECHA	LUGAR	DESCRIPCIÓN
31/05/2023	Chorros de Milla y El Valle, municipio Libertador.	Crecida extrema de la quebrada Milla y el río El Arado en los Chorros de Milla y El Valle, municipio Libertador. Crecidas de dos ríos Milla y El Arado. Nota: La prensa de Lara. https://laprensalara.com.ve:2023/05 .
30/05/2023	Andrés Eloy, Los Chorros de Milla, municipio Libertador.	Andrés Eloy, Los Chorros de Milla, crecida del río El Arado y el río Albarregas, municipio Libertador. Crecidas de dos ríos Milla y Albarregas. Nota. Efecto cocuyo https://efecto.cocuyo.com ≥ La humanidad.
29/04/2024	Chorros de Milla, municipio Libertador	Se registra producto de fuertes precipitaciones en la zona norte de la ciudad aumento considerable del caudal de la quebrada Milla, sin desbordamiento. Fuente: Sala Situacional Protección Civil Mérida.

Nota. Tomado de diferentes periódicos y de reporte de Protección Civil Mérida. (2004-2024)

En el contexto de los movimientos de masa desencadenados por precipitaciones intensas, es fundamental definir con precisión los parámetros que caracterizan esta amenaza. En este caso, se establece que:

la amenaza de movimientos de masa detonados por precipitaciones máximas se manifiesta en forma de lluvias con las siguientes características, entre 25mm y 88 mm, con periodos de retorno de 10 años en una hora y tres horas de duración; siendo 25mm con periodos de retorno de 10 años y una hora de duración el umbral mínimo de precipitación y 88 mm el umbral máximo de precipitación con periodo de retorno de 10 años y tres horas de duración, situación que condiciona el entorno de las comunidades insertas en la microcuenca. Los datos pluviométricos consideran que lluvias de corta duración con valoraciones igual a 45 mm detonan eventos extraordinarios en la microcuenca de la quebrada Milla. Estos registros representan la mayor homogeneidad de los datos indicando que al alcanzar estos valores (300 mm-400 mm), se detonarían movimientos de masa que superan los rangos de lluvias erosivas. Torres, (2012, p 28).

Además del análisis de precipitaciones, los registros históricos reportados para el área de estudio mencionan que la microcuenca de la quebrada Milla tiene un comportamiento hídrico torrencial que se manifiesta en periodos de abundantes precipitaciones donde su caudal aumenta de manera súbita. Esta información junto con el análisis de las precipitaciones máximas califica a esta microcuenca como una fuerte amenaza para las comunidades aledañas.

A pesar de que en la microcuenca se han implementado acciones correctivas, se plantea la gestión de riesgo socionatural como dinámica, orientando a la acción estatal y comunal con nuevos aportes alineados a las nuevas realidades por uso no planificado cuyas acciones vulneran las rocas y activan los procesos geomorfológicos; incrementando la generación de movimientos en masa.

En los últimos años se han realizado diferentes estudios referentes a las amenazas presentes en la microcuenca de la quebrada Milla y el nivel de exposición de la comunidad. Sin embargo, es perentorio atender la nueva realidad que presenta la microcuenca dado que se ha observado un crecimiento desordenado de la población por lo que se plantea realizar el proyecto gestión de riesgos por movimientos de masa aplicado a la microcuenca de la quebrada Milla (parte media-baja).

Considerando lo anteriormente descrito, surgen las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son los sitios críticos ante movimientos de masa detonados por precipitaciones, que afectan a las comunidades alojadas en la parte media- baja de la microcuenca de la quebrada Milla?

¿Qué medidas prospectivas, correctivas y reactivas se deben implementar en los sitios críticos?

¿En qué orden de prioridades se deben aplicar las medidas?

¿Cuáles son los mecanismos de gestión para la implementación de medidas?

¿Cuáles son los sitios idóneos para el resguardo de la población y animales en cautiverio post-eventos?

Finalmente, el proyecto de investigación se inclinará a abordar oportunamente las interrogantes a partir del desarrollo de los objetivos planteados resaltando de manera especial que los sitios críticos, los elementos expuestos, los animales en cautiverio y la población que hacen vida en la microcuenca de la quebrada Milla pueden ser afectados por los movimientos en masa.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Formular acciones para la gestión de riesgos siconaturales asociados a procesos hidrogeomorfológicos en la microcuenca de la quebrada Milla (parte media/baja), municipio Libertador estado Mérida; con la finalidad de ofrecer información básica que contribuya en la toma de decisiones referidas a la planificación urbana, la ejecución de obras de infraestructuras y estrategias educativas comunitarias en aras de reducir la vulnerabilidad de la población.

Objetivos específicos

Identificar los sitios críticos ante la ocurrencia de procesos hidrogeomorfológicos a partir de estudios diagnósticos previos, en la microcuenca de la quebrada Milla.

Definir acciones prospectivas, correctivas y reactivas en los sitios diagnosticados como críticos.

Priorizar la implementación de medidas prospectivas y correctivas.

Concretar los mecanismos de gestión de riesgos siconaturales asociados a procesos hidrogeomorfológicos en la microcuenca de la quebrada Milla (parte media/baja), considerando las medidas reactivas bajo un enfoque transversal.

Justificación y alcance de la investigación

En la actualidad, se cuenta con una gran cantidad de estudios diagnósticos realizados en la microcuenca de la quebrada Milla., estos estudios brindan información detallada sobre las amenazas presentes en la microcuenca, así sobre la exposición de las comunidades a dichas amenazas. Sin embargo, el incesante crecimiento de la ocupación anárquica de suelo inserto en la microcuenca, acrecienta la condición físico natural; por lo que es perentorio dotar a las comunidades nuevas

estrategias de gestión prospectiva como correctivas. En este sentido, se hace necesario formular medidas de gestión de riesgos ante movimientos de masa, involucrando a las instituciones públicas y privadas, pero muy especialmente a la comunidad orientar soluciones en el corto, mediano y largo plazo.

Desde el punto de vista de la investigación científica los estudios relacionados con la gestión de riesgos han sido numerosos, sin embargo, el hilo conductor entre los actores institucionales y los actores sociales no está fortalecido, lo que trae como consecuencia una comunidad débil y poco preparada ante la ocurrencia de eventos extremos.

En esta investigación se pretende proponer acciones enfocadas en la gestión prospectiva, correctiva y reactiva con el propósito de que el mismo sirva de instrumento orientador en la toma de decisiones y en la generación de planes de gestión para el municipio Libertador. De este modo, tener un análisis más completo de las restricciones y potencialidades que ofrece el territorio.

Se procura que este documento pueda ser utilizado por los entes planificadores en la generación de propuestas de desarrollo más adaptables a las realidades territoriales y en pro de la disminución del nivel de exposición de la comunidad por intervención antrópica y activación de nuevos movimientos de masa.



ula
Instituto
de Geografía
y Conservación
de Recursos
Naturales

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Bases Teóricas

El riesgo y sus conceptos asociados

El concepto de riesgo ha avanzado significativamente en las últimas décadas, pasando de una simple probabilidad de ocurrencia de eventos adversos a una visión más profunda de las interacciones complejas entre las sociedades y los sistemas naturales. En este contexto, el riesgo socionatural se define como “la posibilidad de sufrir daños o pérdidas significativas como resultado de la interacción entre amenazas naturales y la vulnerabilidad de las comunidades y ecosistemas”. Wisner et al., (2014, p. 32).

El riesgo socionatural no es un fenómeno puramente natural, sino que se configura como un constructo social. Esta perspectiva reconoce que “la forma en que las sociedades perciben, interpretan y gestionan el riesgo está influenciada por una serie de factores sociales, culturales, económicos y políticos”. Blaikie et al., (2004, p.63).

La dinámica de los ecosistemas y las comunidades, juega un papel fundamental en la configuración del riesgo socionatural. Las características biofísicas del medio intervenido, como la topografía, la geología y la biodiversidad, determinan la probabilidad y la magnitud de las amenazas. Por otro lado, “las características sociales, económicas y culturales de las comunidades influyen en su vulnerabilidad ante estas amenazas”. Turner et al., (2010, p. 18).

El riesgo socionatural surge del conflicto entre la dinámica de los ecosistemas y la dinámica de las comunidades. Las actividades humanas, como “la deforestación, la urbanización y la expansión agrícola, pueden modificar los ecosistemas y aumentar la susceptibilidad de las comunidades a los eventos naturales”. Marfai et al., (2015, p.48)

El riesgo socionatural se traduce en la probabilidad de sufrir pérdidas significativas como resultado de eventos adversos. Estas pérdidas pueden ser de vidas humanas, infraestructura, bienes materiales, servicios básicos y ecosistemas. La magnitud de las pérdidas depende de “la intensidad de la amenaza y la vulnerabilidad de las comunidades y ecosistemas expuestos”. UNISDR, (2009, p.46).

Si bien el riesgo socionatural no puede eliminarse por completo, existen diversas medidas que pueden implementarse para reducirlo. Estas medidas se engloban en el marco de la gestión del riesgo socionatural, que busca “comprender, evaluar y gestionar el riesgo de manera integral, involucrando a todos los actores relevantes de la sociedad” Lavell et al., (2012, p. 9)

A lo largo de las últimas décadas, el riesgo ha pasado de ser la mera posibilidad de ocurrencia de un episodio extraordinario (como un flujo de detritos), al análisis del ordenamiento territorial de actuaciones llevadas por el hombre, sin tener en cuenta la dinámica propia de la naturaleza en dicho lugar. De esta forma: “El riesgo es la posibilidad de sufrir pérdidas significativas como resultado de eventos adversos” Ferrero et. al., (2003, p. 73).

Omar Darío Cardona, otro destacado referente en la gestión de riesgo socionatural, ha realizado valiosas contribuciones en el campo de la estimación y reducción del riesgo. En su obra, Cardona (2001) define la gestión de riesgo como “un proceso social complejo cuyo objetivo final es la reducción o la previsión y control permanente del riesgo de desastre en la sociedad” (p. 71).

Por otra parte, los movimientos en masa, denominados también como procesos de ladera, representan una amenaza significativa para las comunidades que habitan en regiones montañosas como la Cordillera de Los Andes. Estos eventos, que comprenden un amplio grado de fenómenos como deslizamientos de tierra, caídas de

rocas y flujos de detritos, pueden generar peligrosos daños a la vida humana, la infraestructura y el medio ambiente.

La comprensión y el análisis de las amenazas por movimientos de masa requieren de un enfoque científico riguroso que consienta identificar, evaluar y caracterizar los riesgos asociados a estos procesos. La metodología científica, basada en la observación, la experimentación y el análisis de datos, proporciona herramientas valiosas para abordar este desafío.

En este orden de ideas, el PMA (2007) proporciona información valiosa para el estudio de las amenazas por movimientos de masa de la región andina. Este proyecto, que involucró a expertos de diversos países, recopiló datos sobre la distribución espacial, la frecuencia y la magnitud de los movimientos de masa de la Cordillera de los Andes. Con base a ello se tiene que:

Movimiento en masa (proceso de ladera): “movimiento generalizado del suelo, rocas o detritos ladera abajo, causado por la acción de la gravedad y otros factores como la erosión, la infiltración de agua, la sismicidad y la deforestación” Cruden et al., (1996, p.22).

Tipos de movimientos en masa

- **Deslizamiento:** “desplazamiento rotacional del material ladera abajo, a lo largo de una superficie de ruptura definida” Cruden et al., (1996, p. 13).

- **Caída de rocas:** “desprendimiento y caída libre de bloques rocosos desde un escarpe o pared rocosa”. Cruden et al., (1996, 06).

- **Flujo de detritos:** “movimiento rápido y turbulento de una mezcla de tierra, rocas y agua ladera abajo, similar a una avalancha”. Cruden et al., (1996, p.10).

- **Expansión-contracción del suelo:** “movimientos verticales del suelo causados por cambios en la humedad o la temperatura”. Cruden et al., (1996, p.14).

- **Solifluxión:** “movimiento lento y continuo del suelo ladera abajo, sin una superficie de ruptura definida”. Cruden et al., (1996, p.21).

Impactos de los movimientos en masa

- **Pérdidas de vidas humanas:** los movimientos de masa pueden causar muertes y lesiones por impacto directo o por daños población.

- **Daños a la infraestructura:** puentes, carreteras, viviendas y otras estructuras pueden ser dañadas o destruidas por los movimientos en masa.

- **Pérdidas económicas:** los movimientos de masa pueden generar interrupciones en la actividad económica, afectando la producción agrícola, el turismo y otros sectores.

- **Degradación ambiental:** los movimientos de masa pueden causar erosión del suelo, sedimentación de ríos y lagos, y pérdida de biodiversidad.

Por otra parte, en el ámbito de la gestión de riesgos, el período de retorno ha evolucionado desde una definición tradicional basada en “la probabilidad estadística de ocurrencia de un evento adverso, hacia un concepto más dinámico y multidimensional que incorpora diversas perspectivas” Jongman et al., (2014, 28).

El período de retorno se “reduce a la estimación promedio del tiempo que transcurre entre la ocurrencia de eventos adversos de magnitud similar o superior a un umbral predefinido”. UNISDR, (2009, p. 12). Esta conceptualización supone que el período de retorno no es un valor fijo e invariable, sino “que puede variar en función de numerosos factores, como el contexto climático, la actividad geológica, las características de los macizos rocosos y la intervención humana” (Mignan et al., 2016, p. 19).

El concepto de periodo de retorno tiene diversas aplicaciones en la gestión de riesgos, incluyendo:

- **Diseño de Infraestructura:** “el periodo de retorno se utiliza para determinar los parámetros de diseño de infraestructuras como puentes, edificios y presas, asegurando que puedan resistir eventos adversos con una probabilidad de ocurrencia específica” UNISDR, (2009, 16)

- **Planificación Urbana:** “el periodo de retorno se considera en la planificación urbana para identificar zonas de riesgo y establecer medidas de mitigación y

adaptación, como la zonificación del suelo y la construcción de obras de defensa” UNISDR, (2009, p.23).

- **Gestión de Evento:** el periodo de retorno se utiliza para estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos adversos y desarrollar planes de preparación y respuesta ante evento UNISDR, (2009, p.27).

En cuanto a los asentamientos informales:

Las naciones unidas, mediante su organismo en la materia define los asentamientos informales como “un fenómeno multidimensional que abarca temas complejos relacionados con la tenencia insegura del suelo; la falta de cumplimiento con las normas y regulaciones urbanas (como el tamaño mínimo de los lotes o la ocupación de áreas restringidas que presentan un riesgo ambiental o físico); el suministro inadecuado de infraestructura y servicios públicos; el hacinamiento en las viviendas, los materiales y procesos de construcción improvisados. Todo ello según el programa de la Organización de Naciones Unidas para los Asentamientos humanos ONU HABITAT, (2003, p.30).

Se cita:

www.bdigital.ula.ve
la informalidad en la vivienda y la ocupación de suelos según se refiere a actividades ilegales (falta de derechos adecuados de tenencia), irregulares (falta de cumplimiento con las normas urbanas) y/o clandestinas (no permitidas) que acceden y ocupan suelos urbanos, típicamente carentes de servicios e infraestructura mínimos, drenando sus aguas servidas lo que conlleva a la degradación del suelo”. Smolka y Biderman, (2011, p.58).

Por ello, la comunidad tiene responsabilidad y pertinencia de intervención en suelos señalados para usos agrícolas, marcados en la normativa vigente. Bajo este criterio, el Plan de Ordenación del Territorio (POU), señala que:

...la ordenación y gestión del territorio es un ámbito de actuación del Poder Popular, mediante la participación de las comunidades organizadas, a través de sus voceros o voceras, en las distintas actividades del proceso de ordenación y gestión del territorio, en los términos establecidos en la ley que regula la materia. Asamblea Nacional, (2010, p.15).

Bajo este orden de ideas, se indica que

los riesgos externos al hombre, o técnicamente bautizados como amenazas, siempre están presentes y se harán sentir de diversas maneras y con frecuencias variables, en sitios considerados como invasiones o construcciones anárquicas. En aras de la llamada modernidad, el hombre no ha prestado la atención debida a estas señales, sino que más bien ha intentado superarles mediante el uso de la ciencia y la tecnología, en sitios no normados para la construcción de viviendas, por lo tanto, hay que actuar responsablemente cuando se trate de construir en zonas que tienen otro tipo de uso. Araque, (2014, p. 46).

Finalmente, se cita que:

los consejos comunales, en la realidad venezolana, están asociados, por lo general, con micro áreas que no se limitan ni siquiera al territorio parroquial, lo cual permite detectar realidades intrínsecas de las comunidades que, a un nivel mayor de detalle, en términos de escala, simplemente están inmersas en la generalización” Araque, (2010, p.18).

Por lo tanto, las organizaciones comunales se circunscriben fundamentalmente a los consejos comunales, por este motivo la gestión de riesgo debe accionar su conocimiento a ellos a través de la localización de sitios críticos, el detectar las amenazas, apropiarse del conocimiento, y responder con capacidad de respuesta ante el riesgo que vulneran a la población, con ello los consejos comunales se organizan, conocen sus limitantes y se empoderan en sus potencialidades de manera organizada.

Antecedentes de la investigación

Antecedentes relacionados con el área de estudio

Ante la manifestación de sucesos de magnitud importante que han ocurrido en el país durante los últimos años (Limón 1987, Vargas 1999, Santo Domingo 2003, Mocotíes 2005), resultaría lógico pensar que se han adelantado numerosos estudios y trabajos que conduzcan al entendimiento de la dinámica en cuanto a su poder de afectación y su frecuencia de ocurrencia.

La ocurrencia de eventos ha motivado a las autoridades locales y nacionales a interesarse por producir este tipo de conocimiento para gestionar su territorio, el cual

ha venido creciendo en los últimos años. De la misma manera, la literatura científica venezolana referente a la temática de amenaza geomorfológica, ofrece material muy valioso en cuanto a sus aportes metodológicos y a los resultados presentados, caracterizada por una marcada tendencia a la realización de investigaciones basadas en el enfoque sistémico, del tipo naturaleza-naturaleza.

Rodríguez (1960), ejecuta un estudio hidrográfico de la cuenca de la quebrada Milla con el fin de evaluar las características físicas, y el uso actual del suelo en relación con la potencialidad de crecidas; a fin de servir de base a trabajos inclinados a disminuir la intensidad y la magnitud de las crecidas o avenidas que pudieran afectar al parque de Los Chorros de Milla.

Rojas (1975), realizó un análisis hidrológico forestal del río Milla, refiriéndose a los pasos necesarios para conocer las condiciones físicas y socioeconómicas de la microcuenca, y detectar los problemas existentes en el área de estudio con el fin de establecer programas y proyectos en el mejoramiento de la cuenca hidrológica.

Ramírez (1993), elaboró un inventario integrado de recursos naturales y el uso actual de la tierra en la microcuenca de la quebrada Milla, teniendo como objetivo: la realización de una síntesis de los recursos naturales en el área de estudio, la aplicación de técnicas de inventario integrado de recursos físicos naturales y uso actual, con el propósito de producir una base cartográfica detallada a escala 1:10.000, y realizar un análisis descriptivo de los mapas definitivos, determinando la incidencia antrópica en el área a través del uso actual de la tierra y grado de deterioro de los ecosistemas naturales. Este estudio permitió relacionar e inventariar todos los recursos existentes en el área y determinar el estado en que se encontraban, estableciendo así potencialidades y restricciones.

Llúncor (2004), elaboró un análisis de amenazas por crecidas torrenciales en el tramo del río Milla comprendido entre el parque de los Chorros y el puente de la Panamericana que lleva al barrio La Milagrosa, se basó en el uso de modelo de simulación hidrológica e hidráulica Flow Master y caudal 3, para evaluar el nivel de amenaza por crecidas torrenciales en un tramo del río Milla, determinando sitios de desborde en el caso de crecidas y problemas de socavación.

Colmenares (2006), realizó la determinación de áreas susceptibles a crecidas de desborde en la microcuenca de la quebrada Milla, municipio Libertador estado Mérida, en él se estudiaron las características físico-naturales del área de estudio y se analizaron los factores que pudieran incidir en la determinación de la susceptibilidad a crecidas de desborde utilizando el método de integración cartográfica tomando como variables de delimitación la hidrografía, la topografía y la geomorfología.

Yee (2008), ensaya una metodología para la zonificación de áreas susceptibles y la evaluación de la vulnerabilidad ante amenazas del tipo desborde por crecidas y movimientos de masa, en el trayecto urbano de la quebrada Milla; toma como base la metodología propuesta por Ferrer y Laffaille (2004), orientada a definir niveles de susceptibilidad y de vulnerabilidad física basada en la tipología constructiva de cada vivienda, a su vez se analiza los aspectos más importantes de las condiciones geológicas-geomorfológicas, morfométricas y de pendiente en la microcuenca de Milla para establecer el comportamiento de la misma y definir los grupos limitantes y áreas críticas en base a los niveles de susceptibilidad.

Universidad de Los Andes y Parque Metropolitano Albarregas ULA-PAMALBA (2009), elaboró el proyecto denominado “investigación y formulación de propuestas para gestionar e integrar ejes estructurantes ambientales en el desarrollo urbano de ciudades altoandinas. Caso: Parque Metropolitano Albarregas-ciudad de Mérida”.

Díaz (2010), realizó un estudio geomorfológico aplicado a determinar la susceptibilidad de terrenos en la cuenca alta del río Albarregas, para la gestión de riesgo en el Área Metropolitana del municipio Libertador del estado Mérida mediante el cual evaluó geomorfológica y geotécnicamente los terrenos sujetos a estudio, para generar la susceptibilidad ante los movimientos en masa, específicamente ubicados en las microcuencas de la quebrada Milla, El Rincón, La Pedregosa, Carvajal tomando en consideración los parámetros morfométricos y el inventario de los movimientos en masa. De igual manera, estableció relaciones entre las características geotécnicas de los macizos rocosos con los procesos geomorfológicos e indicó medidas preventivas y de mitigantes para contribuir a la gestión integral del riesgo.

Torres (2012), realiza un modelo integral para la evaluación de amenaza ante movimientos de masa detonada por precipitaciones, aplicado a la microcuenca de la quebrada Milla, municipio Libertador del estado Mérida, como una contribución en la gestión integral del riesgo. Tiene como objeto la creación de un modelo integral utilizando temáticas condicionantes tales como: la geología, geomorfología, sedimentología, geotecnia, vegetación, pendiente del relieve, y el efecto del factor antrópico, para crear un mapa que refleje una zonificación de áreas susceptibles a movimientos de masa distribuida en diferentes categorías; incorporando el análisis de las precipitaciones máximas como mecanismo detonante con el objeto de representar la amenaza geológica a la que se encuentra expuesta la microcuenca. Los resultados permitieron zonificar las áreas susceptibles y áreas amenazadas por movimientos de masa en diferentes categorías, definir la intensidad, duración y frecuencia de las lluvias críticas erosivas, lluvias antecedentes y lluvias acumuladas antecedentes detonantes de los movimientos de masa en el área de estudio e incorporar estos resultados como datos pioneros en los sistemas de alerta temprana definidos para la microcuenca de la quebrada Milla.

MPPCT – INGEOMIN (2007-2013), a través del proyecto Gestión integral de riesgo aplicado a áreas urbanas en el marco de la misión ciencia, elabora un estudio de susceptibilidad ante movimientos de masa para el área metropolitana de Mérida.

Medina (2012), define el comportamiento geológico geotécnico para el área metropolitana de Mérida como base para los planes de ordenamiento urbano y territorial. En su investigación genera propuestas a partir de un análisis crítico constructivo del contraste observado bajo la perspectiva del ordenamiento territorial vigente con el fin de considerar medidas en los usos ya establecidos.

Antecedentes relacionados con el tema de investigación

Rosas (2008), efectúa el “Proyecto Piloto Gestión Local del Riesgo en el municipio de Los Patios”, en este documento se reivindican los aportes plasmados por los actores sociales e institucionales que construyeron el Plan de Desarrollo

Municipal. Se trata de un producto logrado a través de un proceso ordenado, coherente e integral, destinado a constituir unos lineamientos para incorporar la gestión del riesgo, así como la definición de las metas a ser alcanzadas en un tiempo determinado, un lapso de 4 años a partir de su aprobación e implementación.

Arenas *et al.* (2010), en su publicación “Los riesgos naturales en la planificación territorial” mencionan algunos antecedentes clave sobre los riesgos naturales en Chile y el modo en que ellos son y/o deberían ser incorporados en la planificación territorial. La tendencia mundial es que los riesgos tiendan a ser relativizados por las inversiones inmobiliarias, las que más allá de ser un factor clave para la generación de empleo, debieran ajustarse a los riesgos y amenazas naturales para su materialización. Así como también debieran considerar la compatibilidad necesaria entre los beneficios de dichas inversiones y las consecuencias negativas que puedan tener sobre la calidad de vida de la población.

Araque (2014), en su trabajo “La Gestión de riesgo socio natural en su ámbito comunal”, propone generar el escenario básico para transitar en el desarrollo del diagnóstico comunitario, el cual permitirá direccionar las políticas y acciones que en esta materia los consejos comunales pueden transitar para contribuir en el desarrollo de la capacidad de resiliencia.

Cardona (2016), dirige el “Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de Evento de Manizales (PMGRD)”, es el instrumento legal por medio del cual se dan a conocer los objetivos, metas, estrategias y actores para la ciudad de Manizales, con el fin de implementar la Política Nacional de Gestión del Riesgo, durante el periodo 2016 – 2028.

Metodologías consultadas para la definición de sitios críticos y la priorización de actuaciones

Caritas France, Caritas de Venezuela y la Comisión Europea (2010), definen en el eje urbano Vega de San Antonio - Urb. Don Perucho – El Arenal – La Pueblita y

sus alrededores, los sitios críticos como condicionantes para ser afectados por procesos hidrogeomorfológicos atendiendo a los siguientes criterios:

Sitios críticos por socavación lateral y vertical de cauces debido al poder de arrastre natural de los drenajes.

Sitios críticos por desbordamientos producto de crecidas normales y excepcionales de los ríos y quebradas que circundan el área bajo estudio.

Movimientos de masa simples y complejos en las vertientes y taludes.

Activación de procesos de escurrimiento concentrado y cárcavamientos en los taludes y vertientes asociados a procesos puntuales o generalizados.

Procesos de erosión regresiva en los taludes y vertientes que evolucionan en movimientos de masa, entre otros.

El Instituto Forestal Latinoamericano (2012), planteó unos criterios físico-naturales para la priorización, mediante la aplicación de una técnica multicriterio ponderada a fin de evaluar el potencial de daños de los distintos torrentes. Los elementos que consideraron incluyen:

La susceptibilidad y amenazas de movimientos de masa como fuentes de aporte de material sólido durante las crecidas torrenciales. Se consideraron los siguientes factores: pendientes del terreno, unidades litológicas, cobertura vegetal, hidrografía, geomorfología y elementos climáticos.

El potencial torrencial de los cursos de agua basado en criterios morfométricos (pendiente del torrente y superficie drenada).

Características propias de los abanicos aluviales, indicativos del potencial de flujo de detritos (*debris flow*).

Antecedentes relacionados con los estudios de vulnerabilidad social

PMA: Subproyecto Comunicación con las Comunidades, subcuencas Montalbán, La Ceibita (2005). Esta investigación fue abordada por un equipo interinstitucional y multidisciplinario conformado por el Ministerio del Ambiente y de Los Recursos Naturales, Ministerio de Industrias Básicas y Minería, Ministerio de

Infraestructura, Universidad de Los Andes, Fundación para la Prevención del Riesgo Sísmico, Instituto Universitario Tecnológico de Ejido, Ministerio de Educación, Cuerpo de Bomberos del Estado Mérida, Comisión de Ordenamiento Territorial del Estado Mérida, Instituto de Protección Civil y Acción contra Evento del Estado Mérida, Guardia Nacional, Alcaldía del Municipio Campo Elías y representantes de la Comunidad. El área piloto estuvo representada por las Subcuencas Montalbán y La Ceibita, Municipio Campo Elías del Estado Mérida, en virtud de los antecedentes que este espacio geográfico acusa en materia de evento naturales. El objetivo fundamental de este proyecto fue el planteamiento de propuestas que permitan la instrumentación del conocimiento adquirido en acciones necesarias para el manejo de los riesgos naturales. Este proceso consistió en generar conocimiento referido a las amenazas naturales del área piloto y lograr que la población representada en diferentes actores (comunidad, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, investigadores, entre otros) se integraran para intercambiar, concientizar y manejar la información referente a las amenazas naturales quienes están sometidos. El interés radica en que compartan experiencias y asuman en su comportamiento social, hábitos de prevención, con el objeto de fortalecer la capacidad de respuesta de las comunidades para proteger la vida, salud y propiedades de sus integrantes al hacer frente a los eventos naturales potencialmente destructivos.

El CIGIR (2010), realiza el estudio de percepción social de riesgos en las comunidades aledañas a la quebrada Milla de la parroquia Milla, municipio libertador del estado Mérida Venezuela. En él se recogen los resultados de una investigación documental y de campo que fue desarrollada, con el fin de obtener un diagnóstico social - parcial en el tema de riesgos en las comunidades aledañas a la quebrada Milla.



ula
Instituto
de Geografía
y Conservación
de Recursos
Naturales

CAPITULO III

MARCO

METODOLÓGICO

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de investigación

Se enmarca en el tipo de investigación conocida como “Proyecto factible”, el cual se basa en una investigación, elaboración y desarrollo de acciones de gestión local de riesgo siconatural aplicado a la microcuenca de la quebrada Milla, para ofrecer soluciones a problemas aun no resueltos a fin de dar nuevas respuestas a las necesidades actuales de los consejos comunales que hacen vida en la microcuenca de la quebrada Milla.

Para cumplir con este proyecto, se aplica la investigación de campo, ya que guarda relación con la definición emitida por los trabajos de grado, de especialización y maestrías de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), que refiere:

El análisis sistemático de problemas en la realidad con el propósito bien sea de interpretarlos, describirlos, entender la naturaleza y los factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales y primarios. UPEL, (1998, p. 98)

Bajo este criterio, el trabajo de investigación es de campo, dado que la obtención de datos fue directamente de la realidad donde ocurren los hechos sin alterar las variables. Por lo tanto, en el estudio se realizó un inventario referente a los procesos hidrogeomorfológicos, afectaciones por uso antrópico, zonas críticas, elementos expuestos, y se diseñaron la cartografía de ubicación del área con delimitación de consejos comunales, clasificación del uso de suelo normado,

cartografía referida a los elementos expuestos y zonas críticas; además de cartografía de mecanismos de gestión post-eventos.

Población y muestra

Muestreo intencional

Se seleccionó el muestreo intencional, debido a las experiencias vividas en la microcuenca, además de la diversidad de trabajos científicos aplicados en el área de estudio, bajo esta premisa el proyecto se apoya en el conocimiento y dominio que tiene un experto o la persona que investiga sobre un tema o hecho en particular, la intencionalidad que se tiene sobre la selección de quienes necesitan la muestra, determina cual muestra se debe seleccionar, en este muestreo dicha persona que es el experto o maestrante, procura que la muestra sea representativa, por lo tanto, la representatividad dependerá de su intención, siendo esta subjetiva y sin fundamento probabilístico. De manera que, “la idea básica involucrada en este tipo de muestra es la lógica, el sentido común o el sano juicio” Arias y Peñaloza, (2013, p. 17).

El procedimiento metodológico se compone de las siguientes etapas

Selección de unidades de observación: se identificaron las unidades de observación relevantes para el estudio (áreas estables e inestables), tomando en cuenta las características del sector, experiencias vividas de los informantes y su pertinencia para la investigación.

Muestreo: la selección de las unidades representativas se basó en la representatividad subjetiva del investigador, quien, a partir de su intuición, lógica y conocimiento experto en gestión de riesgo y fundamentos post-eventos en la microcuenca de la quebrada Milla, identificó a los individuos que mejor reflejan las características de la población. En este proceso, se consideraron las opiniones de

tutores, asesores e investigaciones científicas relevantes realizadas por universidades e instituciones públicas.

Definición de la población: la población, en este caso, se delimita como la microcuenca de la quebrada Milla parte media-baja, la cual constituye el sujeto activo de la investigación y el centro de análisis. A partir de esta población, se extraen los datos necesarios para el estudio, conformando el conjunto de datos que, al ser analizado, permitirá identificar patrones y características comunes que aporten al objetivo central de la investigación.

El diseño de la investigación: constituye el plan maestro que guía al investigador para alcanzar los objetivos planteados en el estudio. En este caso, “se ha adoptado el diseño que proporciona una estructura sólida para abordar la problemática de manera sistemática”. Palella y Martins, (2006, p.38).

Etapas Iniciales. Revisión de información existente para un análisis sólido

En este estudio sobre gestión de riesgo por movimientos de masa ha sido fundamental para establecer un marco sólido que guíe la investigación y garantice la obtención de resultados confiables. A continuación, se presenta una descripción detallada de las actividades previas realizadas, destacando su relevancia y alineamiento con los últimos avances en gestión de riesgo.

Recopilación y revisión exhaustiva de información

Base Geológica-Geomorfológica: se ha realizado una búsqueda exhaustiva de información sobre las unidades geológicas, geotécnicas y las características geomorfológicas de la parte media baja de la microcuenca de la quebrada Milla. Esta información es crucial para comprender la susceptibilidad de las laderas a movimientos de masa y los factores que la influyen.

Fuentes de información

Artículos científicos publicados en revistas especializadas indexadas.

Informes técnicos y estudios realizados por instituciones gubernamentales y organismos no gubernamentales.

Mapas geológicos y geomorfológicos oficiales.

Tesis de pregrado y postgrado ejecutadas en el área.

Avances metodológicos

Se han utilizado técnicas de búsqueda avanzada en bases de datos bibliográficas como Scopus, Web of Science y Google Scholar, para identificar la información más relevante y actualizada.

Se ha empleado la metodología de revisión sistemática para evaluar críticamente la calidad y confiabilidad de la información recopilada.

www.bdigital.ula.ve

Susceptibilidad a Movimientos de Masa

Se ha obtenido información detallada sobre la susceptibilidad a movimientos de masa de la microcuenca, identificando áreas con mayor riesgo de deslizamientos, caída de rocas y flujos de detritos.

Fuentes de información

Mapas de susceptibilidad a movimientos de masa elaborados por entidades gubernamentales o expertos en la materia.

Estudios de análisis de eventos históricos de movimientos de masa en la región.

Modelos de predicción de la susceptibilidad a movimientos de masa.

Avances metodológicos

Se han incorporado los últimos avances en la elaboración de mapas de susceptibilidad, utilizando técnicas como la modelización estadística y los sistemas de información geográfica (SIG).

Se ha considerado la variabilidad espacial y temporal de la susceptibilidad a movimientos de masa, tomando en cuenta factores como la pendiente del terreno, la cobertura vegetal, la precipitación y la actividad sísmica.

Cartografía temática

Se ha recopilado cartografía temática que incluye información sobre procesos geomorfológicos, geología, geotecnia, susceptibilidad a movimientos de masa, pendientes del terreno, densidad de cobertura vegetal y estabilidad cinemática.

Fuentes de información

Mapas temáticos elaborados por organismos gubernamentales o instituciones especializadas.

Imágenes satelitales y fotografías aéreas de alta resolución.

Datos de campo obtenidos mediante técnicas de geofísica y geotecnia.

Avances metodológicos

Se han utilizado herramientas SIG y software especializado para procesar, analizar e integrar la información cartográfica de diversas fuentes.

Se ha aplicado la metodología de análisis multicriterio para evaluar la sinergia entre los diferentes factores que inciden en la ocurrencia de movimientos en masa.

Fotointerpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas

Aprovechamiento de recursos tecnológicos

Se ha utilizado Google Earth (2023) y SPOT (2010) para obtener imágenes satelitales y fotografías aéreas de alta resolución.

Ventajas

Amplia cobertura espacial y temporal de las imágenes, permitiendo observar cambios en el terreno a lo largo del tiempo.

Alta resolución espacial, que facilita la identificación de detalles finos y patrones en el paisaje.

Acceso gratuito a una gran cantidad de imágenes satelitales a través de plataformas como Google Earth Engine.

www.bdigital.ula.ve

Avances metodológicos

Se han aplicado técnicas de procesamiento de imágenes digitales para mejorar la calidad de las imágenes y extraer información relevante para el estudio.

Se han utilizado algoritmos de aprendizaje automático para identificar y clasificar automáticamente características del terreno, como la cobertura vegetal, la infraestructura y los cambios en la superficie.

Análisis diacrónico

La interpretación de fotografías aéreas de diferentes años y escalas (Tabla 2) permitirá realizar un análisis diacrónico, evaluando los cambios en la zona de estudio, las variaciones geológicas, geomorfológicas y las trazas de falla.

Beneficios

Comprender la evolución de los procesos geomorfológicos y su relación con la susceptibilidad a movimientos en masa, a fin de socializar la información con los consejos comunales que forman parte de la microcuenca de la quebrada Milla.

Cartografiar los procesos que intervienen en la vulnerabilidad poblacional, a fin de establecer medidas de gestión que beneficien a las comunidades insertas en la microcuenca.

Indicar las medidas de gestión de riesgo socionatural de manera escrita, gráfica, y manejable por los pobladores.

Tabla 2. Mosaico de fotografías aéreas misión 010480 (Escala 1:35.000) de la ciudad de Mérida, área metropolitana del municipio Libertador.

Misión	Foc	Escala	Fotos
010480	15279	1:35.000	3736
010480	15279		3737
010480	15279	1:35.000	3739
010480	15279	1:35000	13740



Nota. Mosaico e interpretación fotogramétrica. Material no publicado.

Además, se utilizó como base la Imagen spot 2010, SAS Planet: imagen satelital por base de datos Bing Map; Google Mapas (Sphere Radius 6378137) /

EPSG: 3785; 2019 (versión de software 171130.9738NIGHTLY), además de la IMAGEN SPOT 2010, Se complementó la información con el inventario de procesos geomorfológicos de INGEOMIN, escala 1:10000 año 2012.

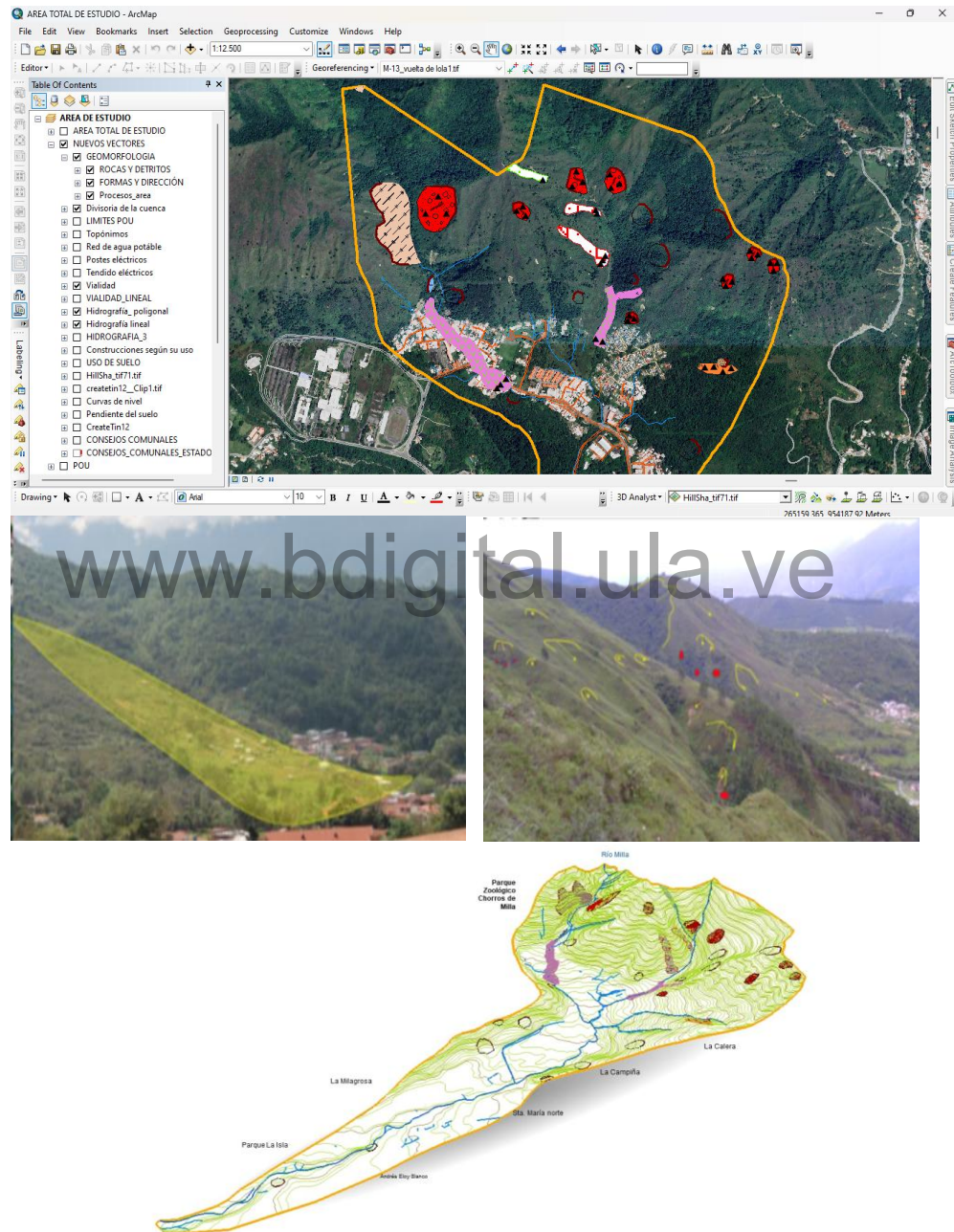


Figura 1. Fotointerpretación de movimientos en masas como elemento principal a considerar en la delimitación de las zonas críticas. Tomado de Torres, (2023)

Las siguientes fases se centran en la descripción metodológica del estudio que busca identificar y delimitar zonas críticas, áreas estables e inestables en la microcuenca de la quebrada Milla. El objetivo primordial es identificar las zonas de mayor peligrosidad y establecer las bases para una gestión eficaz del riesgo asociada procesos hidrogeomorfológicos.

Fase 1. Fotointerpretación y generación de un mapa preliminar

A partir de la fotointerpretación integrando con la información cartográfica diagnóstica, se elaboró un mapa preliminar que representa las áreas de mayor riesgo, considerando los siguientes elementos:

Movimientos de masa: se identificaron los tipos de movimientos de masa que podrían ocurrir en la zona, como deslizamientos, derrumbes o flujos de detritos.

Zonas críticas: se delimitaron las áreas con mayor susceptibilidad a movimientos de masa, tomando en cuenta factores geomorfológicos, históricos y antrópicos.

Elementos expuestos: se identificaron las líneas vitales, infraestructuras, viviendas y poblaciones que podrían verse afectadas por movimientos de masa.

Sitios con afectación de eventos adversos: se ubicaron los lugares donde han ocurrido movimientos en masa, procesos erosivos y afectación por crecidas en la microcuenca en el pasado, utilizando registros históricos y testimonios locales.

Áreas con intervención antrópica anárquica: se señalaron las zonas donde la actividad humana ha alterado las laderas, el pie de taludes y el canal fluvial de manera descontrolada, aumentando el riesgo por movimientos de masa.

Fase 2: Descripción detallada de zonas críticas, áreas estables e inestables

En esta fase, se realizó un análisis exhaustivo de los estudios diagnósticos previos y la información recopilada en la fase 1, con el fin de definir y corroborar en

jornadas de campo los elementos trazados en la base cartográfica y definir con mayor precisión las características de cada zona:

Zonas críticas: las zonas críticas son aquellas que presentan la mayor afectación a movimientos de masa debido a una combinación de factores geomorfológicos, históricos y antrópicos.

Se caracterizan por:

Alta probabilidad de ocurrencia de deslizamientos: la probabilidad de que ocurran movimientos de masa tipo deslizamientos en estas zonas es significativamente mayor que en el resto del área de estudio.

Consecuencias severas: en caso de la producción de movimientos en masa, las consecuencias para las infraestructuras, viviendas y poblaciones expuestas en estas zonas serían severas.

Necesidad de medidas urgentes: se requieren medidas de intervención prioritarias para reducir el riesgo en estas zonas críticas.

Áreas estables: las áreas estables son aquellas que presentan un menor riesgo de movimientos de masa debido a la ausencia o combinación favorable de factores de riesgo. Se caracterizan por:

Baja probabilidad de ocurrencia de deslizamientos: la probabilidad de que ocurran eventos por producción de movimientos de masa, y procesos erosivos en estas zonas es relativamente baja.

Derivaciones menos severas: en caso de presentarse movimientos de masa, las consecuencias para las infraestructuras, viviendas y poblaciones expuestas en estas zonas serían menos severas.

Posibilidad de desarrollo controlado: estas áreas pueden ser consideradas para un desarrollo urbano controlado, respetando las normas y medidas de prevención de riesgos.

Áreas inestables: las áreas inestables son aquellas que presentan un riesgo intermedio de movimientos de masa, ubicándose entre las zonas críticas y las áreas estables. Se caracterizan por:

Probabilidad moderada de ocurrencia de deslizamientos: la probabilidad de que ocurran eventos de deslizamientos en estas zonas es moderada.

Consecuencias variables: las consecuencias para las infraestructuras, viviendas y poblaciones expuestas en estas zonas dependerán de la magnitud del evento y las medidas de prevención implementadas.

Necesidad de monitoreo y evaluación: se requiere un monitoreo constante y una evaluación periódica del riesgo en estas áreas inestables.

Fase 3: Elaboración de cartografía temática

Generación de mapas informativos y estratégicos

Cartografía temática de localización del área de estudio

Para comprender mejor el contexto geográfico y espacial del estudio, se elaboró una cartografía temática detallada del área de estudio a escala 1:2.500, utilizando el software ArcGIS Versión 10.7. Además de complementarla con cartografía temática ya elaborada por instituciones públicas y privadas. Esta cartografía incluye los siguientes elementos:

Curvas de nivel: representan la topografía del terreno, permitiendo identificar áreas de mayor pendiente y potencial riesgo de movimientos en masa.

Drenaje principal y secundario: indican la red de ríos, quebradas y cursos de agua que atraviesan el área de estudio, lo cual es relevante para evaluar la dinámica fluvial y su influencia en la estabilidad del terreno.

Vialidad: muestran la red de carreteras, caminos y vías de acceso que existen en el área, permitiendo identificar rutas de evacuación y zonas de difícil acceso en caso de eventos adversos.

Infraestructura de viviendas según su uso: detallan la distribución de viviendas, edificios y estructuras residenciales, diferenciando por tipo de uso

(residenciales, comerciales, institucionales, etc.). Esta información es crucial para evaluar la vulnerabilidad de la población ante posibles eventos geomorfológicos.

Servicio de agua potable y tendido eléctrico: representan la red de distribución de agua potable y la infraestructura eléctrica que abastece al área de estudio. Esta información es fundamental para evaluar el impacto potencial de eventos geomorfológicos en la prestación de servicios básicos.

Con el programa ArcGIS Versión 10.7., se elaboró y procesó los siguientes mapas.

Toponimia: indican los nombres de lugares, ríos, quebradas y accidentes geográficos relevantes para la comprensión del entorno y la comunicación con la población local.

Límites de consejos comunales: muestran la división territorial y las áreas de influencia de los consejos comunales, permitiendo identificar responsables y facilitar la coordinación de acciones de gestión del riesgo.

Uso del suelo de acuerdo a la normativa vigente: representan la clasificación del suelo según su uso permitido, de acuerdo con las normas urbanísticas y ambientales vigentes. Esta información es esencial para evaluar la compatibilidad del uso del suelo con los riesgos geomorfológicos existentes.

Con el programa ArcGIS Versión 10.7., se elaboró y procesó los siguientes productos finales a escala 1:6000, como lo son:

Mapas de zonas críticas: donde se muestran las zonas inestables del área en estudio.

Mapas de elementos expuestos: donde se señalan las líneas vitales que se verían expuestas en caso de lluvias torrenciales.

Mapa de medidas de gestión en la microcuenca de la quebrada Milla: representa las vías de escape, áreas de alojamiento, helipuertos, salidas de emergencia, servicios de salud, zonas de refugio y áreas estables.

Acompañando a la cartografía temática, se elaboraron gráficos de barras que presentan estadísticas descriptivas de cada elemento representado en el mapa. Estos

gráficos permiten visualizar la distribución espacial y la cantidad de elementos expuestos a posibles riesgos geomorfológicos.

Los mapas de medidas o acciones responderán preguntas tales como:

¿Qué porcentaje de líneas vitales serán afectadas por lluvias extremas?

¿Qué sitios son idóneos para el traslado de la población y animales en cautiverio en caso de emergencias?

¿Cuáles son los sitios idóneos para rutas de escape, y áreas de atención en caso de emergencias ante un evento extremo?

Los mapas temáticos se vectorizó a escala 1:2.500 y se representó a escala 1:6.000 empleando el programa computacional ARGIS 10.8 y Adobe Illustrator.

Fase 4: formulación de medidas prospectivas, correctivas y reactivas para la gestión del riesgo socio natural en la microcuenca de la quebrada Milla

Enfoque metodológico

Definición del alcance y objetivo: Esta etapa se centró en la elaboración de un plan integral de gestión del riesgo socionatural para la microcuenca de la quebrada Milla, tomando en consideración las siguientes premisas:

Ámbito de desarrollo: microcuenca de la quebrada Milla (parte media/baja).

Campo de acción: medidas prospectivas, correctivas y reactivas.

Objetivo: formular acciones prospectivas, correctivas y reactivas en orden de prioridades para mitigar, controlar y corregir la afectación ocurrida por movimientos de masa en la microcuenca.

Características: microcuenca con historial de crecidas excepcionales durante periodos lluviosos extremos.

Responsables: entes gubernamentales y consejos comunales que hacen vida en el lugar.

Propósito: Preparación comunitaria para dar respuesta antes de que ocurra un evento y sean empoderados en caso de ocurrencia de movimientos de masa detonados por lluvias o intervención antrópica.

Instrumentos para la implementación: mecanismos de gestión definidos en el plan.

Identificación de sitios críticos: Se realizó un inventario exhaustivo de sitios críticos por la ocurrencia de movimientos en masa, utilizando como base la información recopilada en etapas anteriores y la experiencia de profesionales del INGEOMIN, Protección Civil, IMPARQUES, ULA y CIGIR. Los sitios críticos se identificaron y georreferenciaron con precisión, y se representaron en un mapa a escala 1:2.500 y en otro a escala 1:6.500.

Priorización de medidas: Para priorizar las medidas correctivas a implementar en los sitios críticos, se consideraron los siguientes criterios:

Velocidad del movimiento en masa: Clasificada según la metodología de movimientos de masa y estandarizada en el Proyecto Multinacional Andino Cruden y Varnes, (1981).

Cantidad de elementos expuestos: número de viviendas, infraestructuras y servicios públicos (líneas vitales), que podrían ser afectados por los movimientos en masa.

Información histórica de eventos: registros de crecidas excepcionales, flujos de detritos y otros eventos extremos ocurridos en la microcuenca.

Materiales y métodos

Materiales: Para la elaboración del plan de gestión del riesgo se utilizaron los siguientes materiales:

Estudios previos: investigaciones, proyectos institucionales, informes técnicos y planes de gestión institucional relacionados con la temática de movimientos en masa.

Información histórica: registro histórico de flujos de detritos, movimientos de masa y eventos extremos con su cartografía.

Datos geoespaciales: red de drenaje superficial, modelo digital de elevación del terreno (MDE), mapa de uso del suelo, mapa geomorfológico, mapa geológico, mapas planimétricos y de consejos comunales, mapa de cobertura vegetal, mapa de pendiente, mapa de susceptibilidad ante movimiento en masa, mapa de los depósitos del cuaternario, mapa de estabilidad cinemática, mapa de ordenación y uso del territorio, imágenes satelitales multiespectrales, datos y cartografía de las lluvias máximas en 24 horas para diferentes estaciones, y mapas viales (principales carreteras) expuestas en zona de peligro por crecidas excepcionales de la microcuenca.

Métodos: los principales métodos empleados para la elaboración del plan de gestión del riesgo socio natural fueron los siguientes:

Análisis bibliográfico: consulta y análisis de bibliografía especializada para identificar el estado actual del conocimiento sobre la temática y obtener información relevante para el estudio.

Trabajos de oficina: análisis y discusión de la información recopilada con tutores, asesores y expertos en el área de riesgos socio-naturales y emergencias.

Trabajos de campo: realización de verificaciones de campo para validar los resultados obtenidos en el análisis de oficina.

Uso de sistemas de información geográfica (SIG): empleo de SIG para digitalizar la información disponible, crear bases de datos geoespaciales para cada capa temática y generar mapas con mayor precisión cartográfica.

Resultados

Cartografía de sitios críticos, elementos expuestos y medidas de gestión: se elaboraron mapas detallados que muestran la ubicación de los sitios críticos por movimientos en masa, así como la cantidad de elementos expuestos a estos riesgos y

finalmente las medidas a tomar por cada zona critica priorizada. Estos mapas sirven como herramienta fundamental para la priorización de las medidas de gestión y la toma de decisiones.

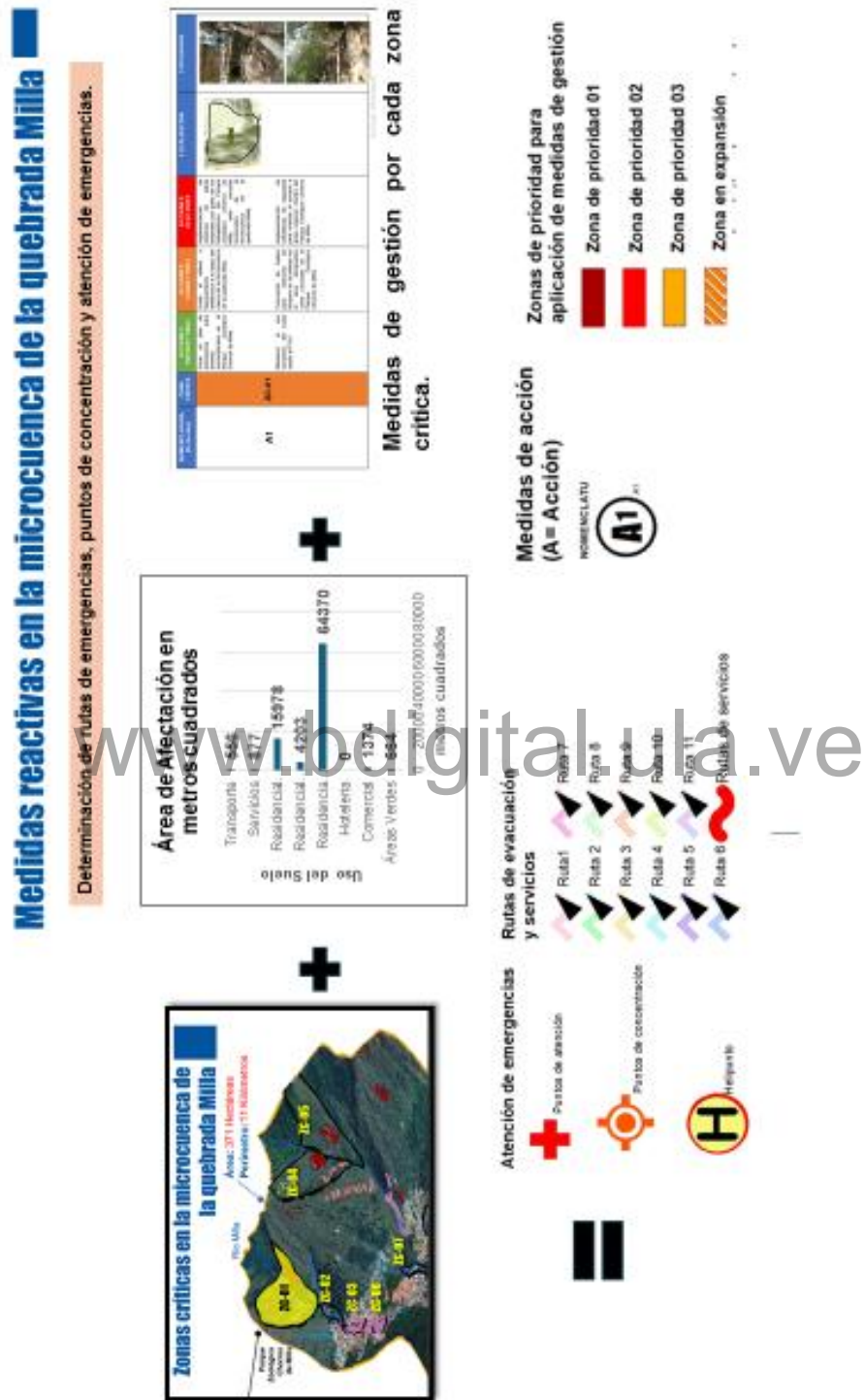
Esquema resumen de la metodología utilizada.

www.bdigital.ula.ve

Tabla 3. Esquema resumen de la metodología utilizada



Tabla 3. (Cont.)



Nota. Torres (2024)



ula
Instituto
de Geografía
y Conservación
de Recursos
Naturales

CAPITULO IV

**ASPECTOS FÍSICO NATURALES Y
SITIOS CRÍTICOS ANTE**

MOVIMIENTOS EN MASA, QUE AFECTAN LA

**MICROCUCENCA DE LA
QUEBRADA MILLA**

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento

CAPÍTULO IV

ASPECTOS FÍSICO-NATURALES Y SITIOS CRÍTICOS UBICADOS EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA MILLA

La microcuenca de la quebrada Milla tiene sus nacientes en páramo de Los Leones a 3.800 msnm., siendo esta su máxima elevación mientras que la mínima es de 1.620 msnm, zona de confluencia con el río Albarregas. La microcuenca de la quebrada Milla pertenece a la sierra La Culata; presenta una extensión de 850,89 has.

Delimitación del área de estudio

Localización

La microcuenca de la quebrada Milla forma parte de la cordillera de Los Andes venezolanos, localizada al noreste de la ciudad de Mérida y pertenece a la parroquia Milla, municipio Libertador (Figura 2). Sus coordenadas en la naciente ubicada en el páramo Los Leones y en la confluencia con el río Albarregas, se pueden observar en el Tabla 4:

Tabla 4. Localización de la microcuenca de la quebrada Milla

Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM		Ubicación
Latitud Norte	Longitud Oeste	Este	Norte	
8° 45' 03''	71° 9' 47''	262300	960800	Naciente en el páramo Los Leones.
8 36' 24''	71 8' 21''	264573	952035	Confluencia con el río Albarregas

Nota. Torres, (2024)

Extensión. La parroquia Milla posee una superficie de 53 km² y cuenta con una población de 19340 habitantes.

Límites. La microcuenca se encuentra enmarcada dentro de los siguientes límites, los cuales en su totalidad se encuentran dentro del estado Mérida.

Norte: Paramo de Los Leones.

Sur: Parte norte de la ciudad de Mérida (Chorros de Milla, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, barrio Andrés Eloy Blanco).

Este: Subcuenca del río Mucujún.

Oeste: Subcuenca del río Albarregas.

Tabla 5. Localización del área de estudio en zona urbana.

Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM		Ubicación
Latitud Norte	Longitud Oeste	Norte	Este	
8°38'23.82"N	71° 9'1.91"O	955713.95	263344.03	Al norte del parque zoológico Chorros de Milla.
8°37'59.94"N	71° 7'50.75"O	954967.79	265516.27	Sector Las Letras.
8°36'12.88"N	71° 8'24.58"O	951683.52	264463.16	Avenida 01 Rodríguez Picón en dirección a la confluencia de los afluentes hídricos Milla y Albarregas.
8°37'41.74"N	71° 8'50.27"O	954418.72	263692.80	Enlace vial desde la vía principal Chorros de Milla a núcleo La Hechicera ULA.

Nota. Torres, (2023)

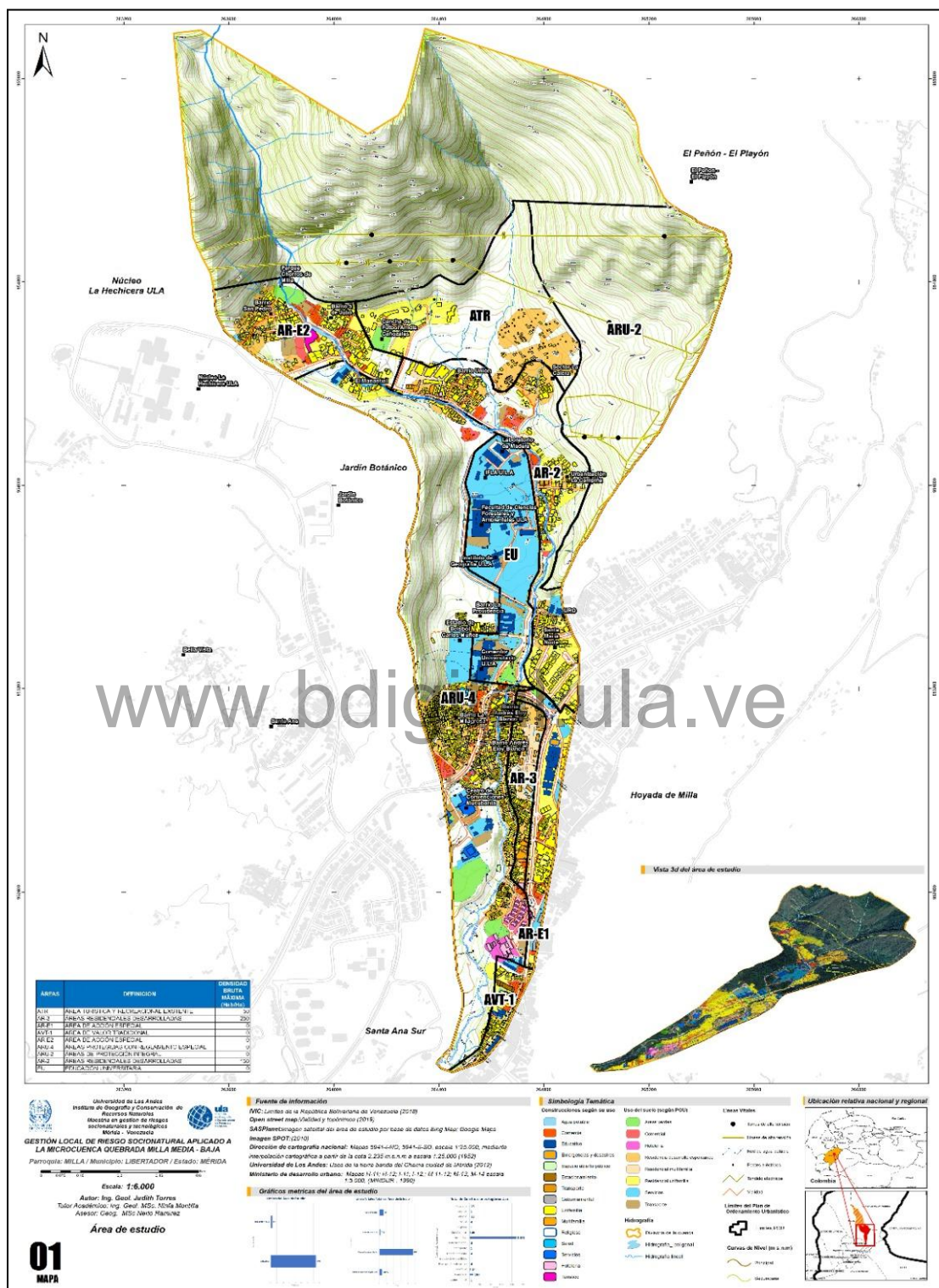


Figura 2. Localización del área de estudio (imagen reducción del original). Torres. (2024)

Límites de consejos comunales

El consejo comunal 5 de julio: se encuentra conformado por la urbanización El Conuco, el pasaje Eva María, el pasaje Ocho y el pasaje Los Frailes. Antiguamente las carreteras del sector eran de piedras y las puertas de las casas eran de madera y mecate conocidos como “Garitas”. Entre las casas antiguas del sector que actualmente permanecen y que significan para la misma reliquia de un pasado, se encuentran:

En el Pasaje los Frailes, la casa reconstruida de la señora Carmen Calderón.

Media cuadra más abajo del puente La Hechicera, la casa reconstruida del Señor José Manuel Díaz.

Pasos arriba de la entrada de la urbanización El Conuco, la casa reconstruida de la señora Aura Parra.

El consejo comunal barrio Andrés Eloy Blanco I, II, posee una extensión de 7,44 hectáreas ubicadas al norte del barrio Pueblo Nuevo, de la parroquia Milla, concretamente en la llanura aluvial de la quebrada Milla y talud de la terraza de Mérida, en el margen izquierdo de la misma, entre avenida Los Próceres y avenida Universidad y la confluencia de los quebrada Milla y Rio Albarregas. Por el norte limita con la avenida Los Próceres, al sur con el pasaje La Isla y Milla central, por el Este con la avenida Universidad y por el Oeste con la avenida Los Próceres, y el río Albarregas. Se estima que el sector está conformado por aproximadamente 604 familias y 380 casas, de las cuales 220 casas y aproximadamente 380 familias pertenecen al consejo comunal Andrés Eloy Blanco I y 224 familias y 160 casas distribuidos en el barrio Andrés Eloy Blanco II con una población relativamente joven.

El concejo comunal El Amparo: en los años 40, se inicia la construcción en la entrada de la vía a Los Chorros. Al frente de las casas construidas se localizaba un potrero que pertenecía a la hacienda Santa María. Más Adelante, partiendo de la calle uno hasta la urbanización Israel.

Consejo comunal sector “La Calera”, se encuentra ubicada en la parroquia de Milla, Avenida Principal Chorros de Milla. Limita:

Por el Norte: terreno de Francisco Febres Cordero y el cerro Las Letras.

Por el Sur: vía principal Chorros de Milla, y complejo universitario Núcleo Forestal ULA.

Por el Oeste: comunidad “barrio Unión”

Por el Este: comunidad “Los Pinos”

Consejo Comunal La Milagrosa o Cristo Rey: ubicado en la zona norte de la ciudad, sus límites son:

Norte con terrenos de la ULA

Sur con el barrio La Milagrosa

Este con el pasaje Primero de mayo

Oeste con la zona montañosa perteneciente a FUNDACOMÚN, tiene una extensión aproximada de 5 hectáreas.

Consejo comunal La Milagrosa parte baja o Luchadores sociales: el barrio La Milagrosa se ubica al norte del parque de la Isla, en la parroquia Milla del municipio Libertador. El área conocida como La Milagrosa baja, limita al norte con el barrio Cristo Rey y colinda con OFAE, oficinas de la Universidad de Los Andes; al este con la quebrada Milla que le separa del barrio Andrés Eloy Blanco; al sur con el parque de La Isla, y al oeste con el barrio Cristo Rey. La comunidad se encuentra atravesada por la avenida Los Próceres, lo que la convierte en una zona altamente comercial y transitada. El sector se encuentra ubicado al norte de la ciudad de Mérida. Limita al este con la quebrada Milla, que le separa del barrio Andrés Eloy Blanco y el sector San Benito; al sur con el parque de La Isla, terrenos de CORPOANDES y el río Albarregas, al oeste con el sector Milagrosa Alta y Cristo Rey, finalmente al norte con Santa María Norte y las instalaciones del comedor universitario. Está integrado por parte de la avenida Los Próceres que la convierte en una zona altamente comercial y transitada, siete pasajes y una calle: Calle Los Molinos, pasaje 1, pasaje Primero de Mayo, pasaje Tibisay, pasaje Miranda, pasaje Ricaurte, pasaje Sánchez y pasaje Libertador.

Consejo comunal Millandinos: la comunidad Hoyada de Milla baja se encuentra ubicada al norte de la ciudad, limitando al norte con el barrio San Benito; al sur con la Plaza Charlie Chaplin; al este con el borde del talud del río Mucujún y al oeste con la avenida Universidad.

Consejo comunal San Pedro (Chorros de Milla): el sector San Pedro se encuentra ubicado en el Estado Mérida, Municipio Libertador, perteneciente a la parroquia de Milla, avenida principal Chorros de Milla. Los límites de dicha comunidad están constituidos por:

Norte: cerro La Hechicera.

Sur: núcleo de La Hechicera de la Universidad de Los Andes.

Este: comunidad del 5 de julio (concejo comunal El Manantial).

Oeste: con el cerro La Bandera.

Consejo comunal Santa María Norte: la urbanización Santa María Norte limita por el norte con el parque Beethoven, por el sur con urbanización Santa María Sur, por el este con el río Mucujún y por el oeste con la comunidad de La Milagrosa. Las viviendas dentro de esta comunidad son destinadas solamente para uso familiar y dentro de sus características principales están que son viviendas unifamiliares y bifamiliares. Aproximadamente la comunidad de Santa María Norte cuenta con 180 familias.

Consejo comunal La Vega de la Isla: es una comunidad pequeña, de una sola calle y bordeada por la quebrada Milla, situada en lo que antes eran terrenos propiedad de la familia Monsalve. La comunidad limita por el este con el barrio Andrés Eloy Blanco; por el oeste con la plaza de toros “Román Eduardo Sandia”; por el norte con el parque La Isla y por el sur con el conocido hotel Prado Río. Es una zona con un clima agradable, muy fresco dicen sus habitantes que se debe a la cercanía de las orillas del río, en general es un clima muy similar al de toda la parroquia Milla. (Figura 3).

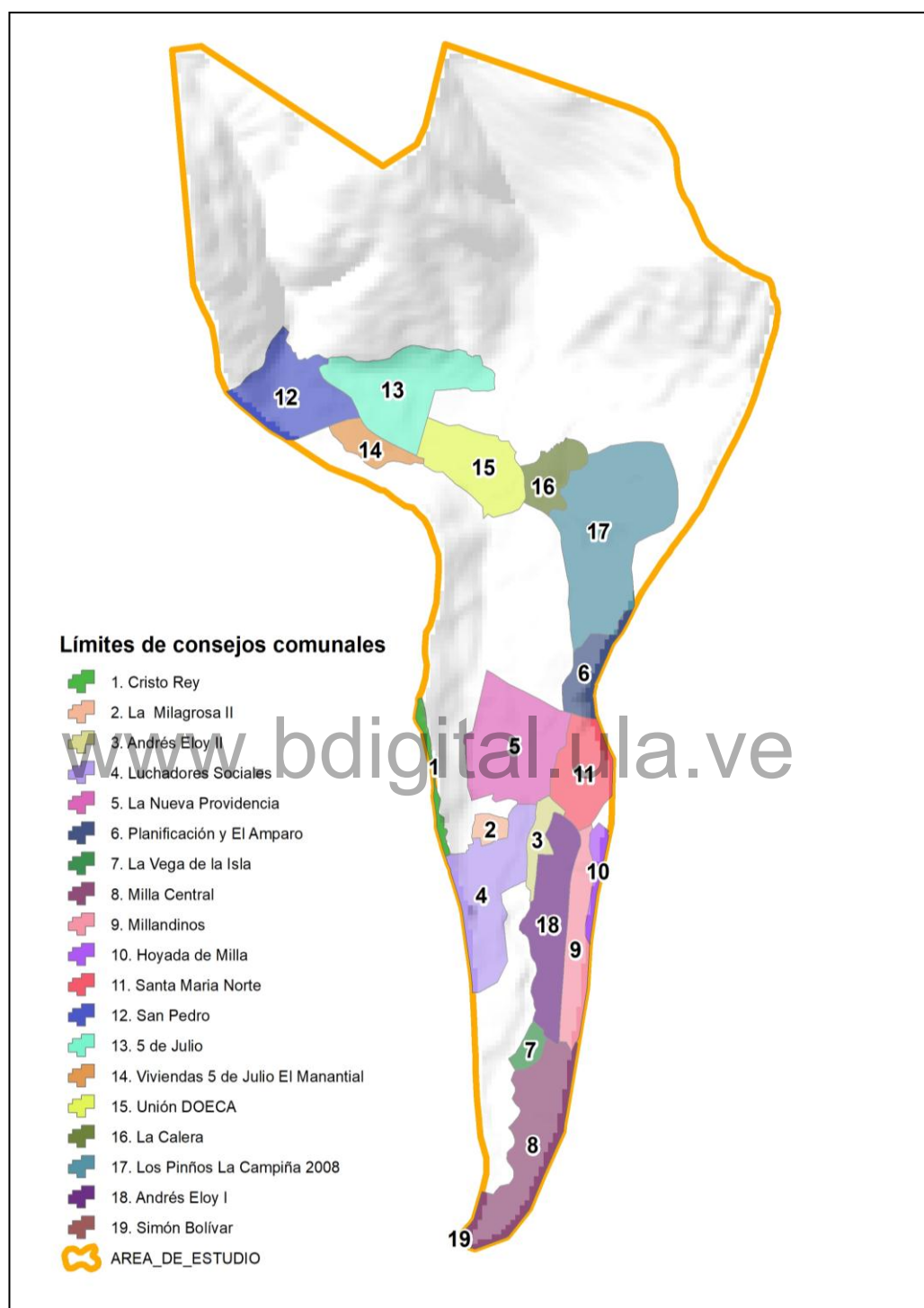


Figura 3. Límites de consejo comunales (reducción del original). Vectorizado por Torres (2024)

Aspectos meteorológicos y climáticos

Las características pluviométricas de esta zona de montaña se ven influenciadas por diferentes elementos, entre ellos se destacan: el relieve, la altitud, la variación de la temperatura y los vientos, haciendo posible un sistema pluvial tipo orográfico. El patrón de distribución de lluvias está dominado por la zona de convergencia intertropical durante los meses comprendidos entre mayo a noviembre y por los vientos alisios del norte, entre los meses de diciembre y abril. Las barreras orográficas creadas por la Sierra Nevada hacia el noreste y la Sierra de la Culata hacia la depresión del Lago de Maracaibo, crean condiciones que explican la gran variabilidad pluviométrica.

Tal como se aprecia en la figura 4, el régimen pluviométrico es bimodal con el máximo principal en octubre y el máximo secundario en mayo, con una estación bien seca marcada entre diciembre y marzo, con mínimos pluviométricos inferiores a 500mm en el mes de enero. Durante los meses de junio, julio y agosto hay una disminución importante de lluvias; que no descienden los 1.000 mm de precipitación. Los totales anuales se encuentran entre los 1.400 y 2.000 mm con promedio anual inferior a los 1.000 mm.

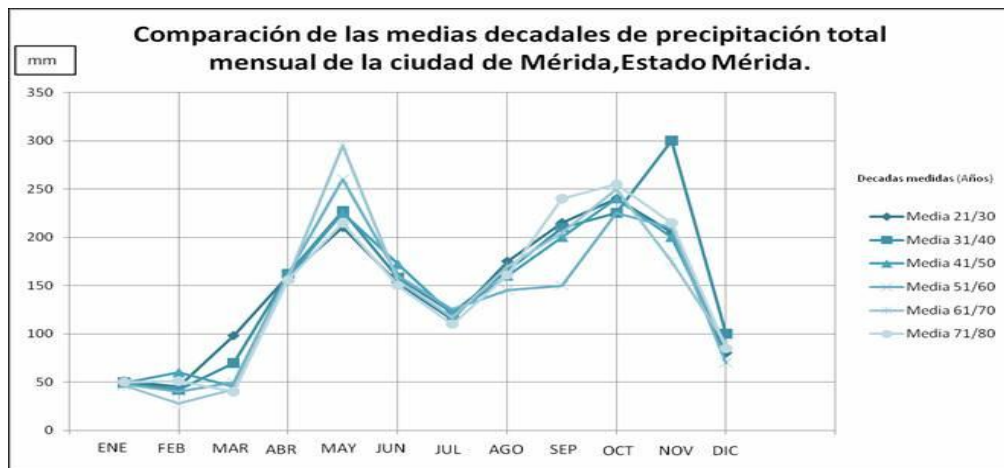


Figura 4. Comparación de las medias decadales de precipitación total mensual. Tomado de CORPOANDES, (1999).

De acuerdo a CORPOANDES (1999), éstas concentraciones de lluvia ocasionan un escurrimiento notorio y una saturación permanente de los suelos, lo que origina las cárcavas y la solifluxión en terracetas de las vertientes entre el este y oeste de Mérida; por lo que la evolución de las vertientes a través del escurrimiento y sus diferentes modalidades es particularmente activa durante esos meses.

En las terrazas con formaciones permeables, la mayor humedad provoca lixiviación de los elementos solubles de los bloques, y el depósito de óxido de hierro en la parte inferior de los cantos (favorecidos por la estación seca). Este proceso actúa para aumentar la compactibilidad de la matriz que engloba los bloques, lo que justifica los bordes verticales y sub-verticales de las terrazas y depósitos del fondo de valle según la información de CORPOANDES (1999).

En resumen, por lo regular las precipitaciones son de pequeña duración, de una a dos horas, con paroxismos de 10 a 15 minutos. La humedad relativa es del orden del 80% con máximos diarios entre 96% y 98%. De acuerdo con la cantidad de lluvia bien distribuida y temperatura promedio, es posible definir el clima de la ciudad como de región “húmeda” (Oliveros et al., 1976). Los promedios de precipitación anual para el periodo de 29 años comprendido entre 1961 y 1990, se muestran en la Figura 3. Particularmente, para las estaciones meteorológicas ubicadas en el sector La Punta, ciudad de Mérida (Aeropuerto) y en el sector La Hechicera, los índices de precipitación son de 1350 mm, 1750 mm y 2000 mm, respectivamente.

Temperatura y precipitación

La caracterización del clima en la microcuenca de la quebrada Milla se puede apreciar en función de la temperatura y precipitación, que según datos de la estación climatológica Santa Rosa instalada en terrenos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la Universidad de Los Andes, se expresan de la siguiente manera:

En el trayecto urbano de la quebrada Milla “la temperatura varía espacialmente desde 17,4°C a nivel de la cascada del parque Los Chorros de Milla hasta 24°C en la confluencia con el río Albarregas”. Bautista, (1996, p. 47). Otro autor consideró “un

gradiente térmico de $-0,6^{\circ}\text{C} / 100\text{m}$, del cual se obtiene que la temperatura media anual varía de 2°C a 19°C según la altitud”. Silva (1990, p. 33),

En cuanto a la precipitación su distribución espacial, se caracteriza por su humedad y por una amplitud de la variación de 100mm., mensuales. La precipitación se distribuye en dos sectores, el primer sector ubicado entre el parque La Isla y el comedor universitario de la ULA, a 1700 msnm, con una precipitación de 1700 mm anuales y el segundo sector se localiza entre la facultad de Ciencias Forestales y Ambientales y el parque Los Chorros a 1840 msnm, con precipitaciones entre 1600-1700 mm anuales.

Visiblemente se observa que “en la quebrada Milla un régimen bimodal de precipitación donde se ubican los picos más altos en los meses de abril-mayo y el segundo en octubre noviembre respectivamente, siendo octubre el mes de mayor precipitación promedio”. Bautista, (1996, p. 48), esto se presenta en la Figura 5 correspondiente a precipitaciones mensuales promedio en la estación Santa Rosa del período 1971-2001 realizado a partir de los datos de la Tabla 5, a su vez, se presenta la Figura 6 que representa la precipitación anual durante el mismo periodo observando la variación para cada año.

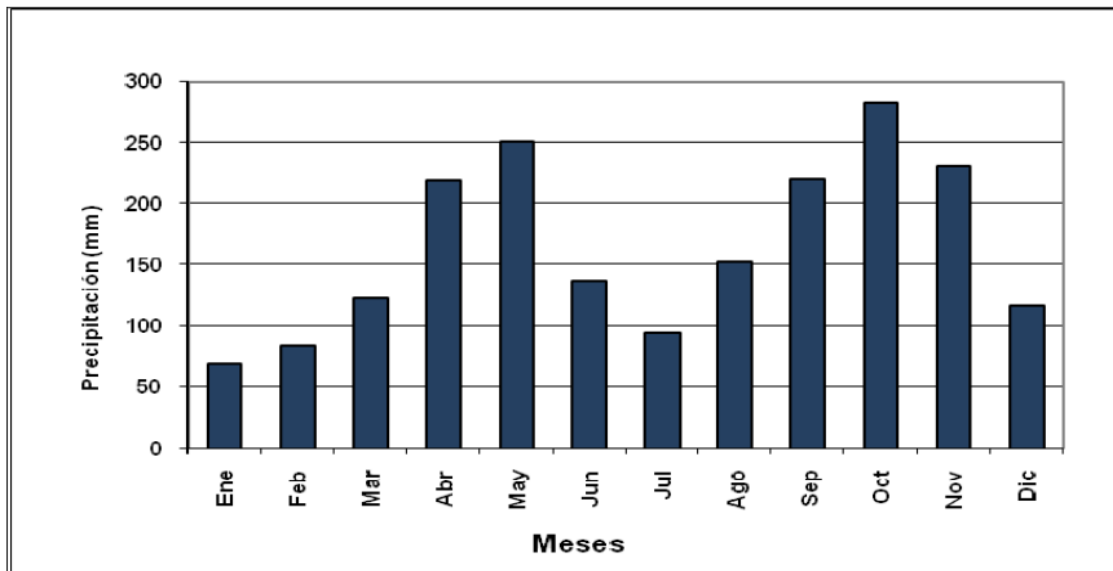


Figura 5. Histograma de precipitación media mensual (mm), en la estación Santa Rosa, periodo 1971-2001. Tomado de Valladares, (2016)

Tabla 6. Precipitación media mensual (mm) estación Santa Rosa período (1971-2001).

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total anual
1971	159,3	157,3	230,2	246,3	329,7	68,3	89,5	209,0	256,5	275,8	192,6	187,2	2401,7
1972	207,9	83,9	195,5	550,7	325,7	133,3	18,0	64,7	231,0	181,4	181,1	136,5	2309,7
1973	16,3	8,9	95,4	93,8	140,2	148,1	96,7	197,8	292,0	186,5	226,9	132,6	1635,2
1974	82,7	89,9	151,0	163,7	262,5	68,8	58,7	119,2	192,6	197,4	217,9	21,9	1626,3
1975	37,9	57,2	138,7	201,6	292,5	108,8	132,5	116,7	296,0	296,5	310,8	289,0	2278,2
1976	76,0	131,5	237,8	281,4	213,3	88,0	76,9	111,6	158,2	323,5	108,9	41,4	1848,5
1977	10,4	0,4	101,8	61,9	271,9	111,1	75,6	69,1	130,7	426,4	270,3	48,5	1578,1
1978	77,5	36,1	144,1	362,8	302,4	203,0	61,4	127,4	154,5	197,2	122,6	117,4	1906,4
1979	49,3	71,6	88,5	347,4	229,5	269,4	98,5	192,6	178,1	465,2	353,7	120,5	2464,3
1980	58,6	131,7	35,5	122,4	226,0	146,3	124,5	185,7	325,7	166,5	197,6	84,1	1804,6
1981	53,4	86,2	68,6	187,5	115,1	235,7	62,6	176,1	126,6	158,9	203,4	132,6	1606,7
1982	125,0	230,8	166,4	373,9	386,9	151,7	67,9	41,3	224,9	360,0	207,3	106,7	2442,8
1983	36,3	21,7	26,4	329,7	379,8	98,3	132,0	115,5	245,2	197,1	230,1	147,2	1959,3
1984	46,6	82,8	50,3	122,9	164,8	90,9	114,9	91,5	334,4	296,5	252,1	67,6	1715,3
1985	10,6	17,7	198,8	209,6	245,6	90,0	136,3	161,4	144,3	273,5	227,7	161,6	1877,1
1986	76,7	133,3	82,7	272,8	295,6	134,9	86,2	105,4	331,9	532,7	135,5	25,0	2212,7
1987	8,2	28,5	74,2	140,3	282,7	166,9	52,1	108,3	179,5	442,5	273,4	110,8	1867,4
1988	14,2	143,2	127,5	310,4	307,7	223,5	87,0	343,9	214,0	312,5	479,6	131,8	2695,3
1989	52,0	79,7	178,5	99,3	59,9	259,3	304,4	259,3	304,0	250,4	152,3	84,0	2083,1
1990	118,9	51,0	145,7	211,9	200,2	84,6	87,5	222,6	123,4	338,5	303,9	196,4	2084,6
1991	170,5	48,1	112,5	239,6	331,3	104,8	50,3	79,7	78,1	228,2	520,8	99,4	2063,3
1992	76,6	83,6	10,9	136,2	241,7	138,4	90,5	164,0	145,0	109,0	137,0	61,0	1393,9
1993	11,8	4,5	148,7	332,6	460,2	73,2	73,2	166,7	223,8	166,2	232,8	182,2	2075,9
1994	29,3	82,9	95,4	319,4	237,9	107,7	86,8	176,5	302,9	303,2	284,9	68,9	2095,8
1995	21,0	9,0	140,6	174,2	244,0	123,9	112,1	211,1	261,9	262,2	83,3	80,3	1723,6
1996	121,5	64,8	44,4	109,9	278,1	170,7	146,3	132,9	179,5	426,4	339,3	87,0	2100,8
1997	49,0	148,9	72,9	157,3	156,6	193,1	4,9	96,4	277,9	112,3	188,6	18,8	1476,7
1998	12,5	55,2	221,5	204,8	320,0	96,2	143,2	173,9	252,5	237,3	257,4	226,1	2200,6
1999	226,5	347,8	127,9	248,4	157,4	237,0	111,4	274,7	290,5	325,5	170,1	175,3	2692,5
2000	99,9	125,5	217,8	135,0	170,2	74,6	102,1	99,4	240,6	317,12	172,66	8,00	1762,9
2001	10,2	11,2	84,7	72,5	165,9	64,9	52,0	132,9	130,3	392,13	122,05	275,90	1514,5
Total	2147	2624,9	3814,9	6820	7795	4265	2936	4727	6826,5	8758,6	7156,6	3625,7	61498
Media mensual anual	69,2	84,7	123,1	220,0	251,5	137,6	94,7	152,5	220,2	282,5	230,9	117,0	

Nota. Tomado de Valladares, (2016).

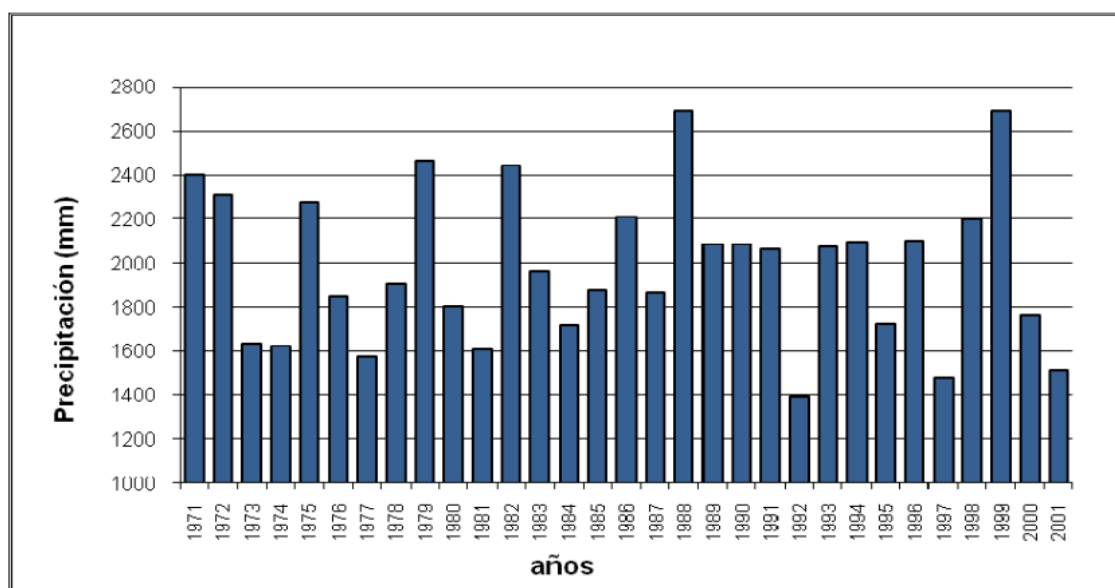


Figura 6. Precipitación anual (mm), en la estación Santa Rosa, periodo 1971-2001. Tomado de Valladares, (2016).

Contexto geomorfológico

Morfológicamente, la microcuenca de la quebrada Milla forma parte de la subcuenca del río Albarregas, específicamente en la vertientes y fondo de valles de la Sierra La Culata. Presentando una variación altitudinal entre 1.220 msnm y 2.900 msnm aproximadamente. “De acuerdo con la clasificación de pisos térmicos para la cuenca del Chama (Tabla 7), este presenta tres pisos térmicos: Fresco, Templado y Frío, sus temperaturas varían entre 23°C y 8°C”. (Silva, 1999, p. 38).

Tabla 7. Clasificación de pisos térmicos. *Redondeada de 4.680 – 167 T.

Pisos térmicos	Altitudes *(msnm)	Temperatura media (°C)
Caluroso	0 a 850	28 a 23
Fresco	850 a 1.650	23 a 18
Templado	1.650 a 2.500	18 a 13
Frío	2.500 a 3.350	13 a 8
Muy frío	3.350 a 4.200	8 a 3
Gélido	5.000	3 a 2

Nota. Tomado de Silva, (1999).

Aspectos morfométricos

En la microcuenca de la quebrada Milla se pueden diferenciar dos unidades de relieve bien específicas: las vertientes y los fondos de valle. Esta microcuenca ha experimentado procesos de modelado similares al conjunto montañoso en el cual se ubica (Sierra de La Culata). Es necesario, por lo tanto, tomar en cuenta diferentes factores que directa o indirectamente intervienen en el modelado de las montañas, como: la altitud, factor que interfiere directamente en el clima, de allí que determine la sucesión de pisos climáticos, en los cuales se desarrollan diferentes procesos morfogenéticos. El relieve modifica también el clima que junto con la inclinación de las vertientes acrecienta los procesos de orden mecánico y sobre todo los movimientos de masa y el escurrimiento. Morfológicamente presenta un relieve montañoso con un fondo de valle de acumulaciones aluvionales y coluviales muy recientes. Estos rasgos de las acumulaciones cuaternarias, que comprenden abanicos aluviales y terrazas los cuales constituyen formas de relieve que ocupan por lo general el fondo de todos los valles caracterizados por superficies de poca pendiente.

Esta microcuenca drena a lo largo de unidades geológicas designadas como Asociación Sierra Nevada, la Formación Mucujún y la Formación Palmarito. En estas unidades geológicas, son comunes los movimientos de masa tipo caídas de rocas, deslizamientos activos e inactivos, flujos de detritos y reptación.

La microcuenca de la quebrada Milla ocupa una superficie de $6,75 \text{ km}^2$, posee un patrón de drenaje dendrítico. Presenta cuatro órdenes de cauce (04) cuya longitud total suman 36,54 km, con densidad de drenaje media ($5,41 \text{ km/km}^2$). Tiene una longitud de 6,1 km. Desde su nacimiento en el páramo de Los Leones hasta su desembocadura, con un área de $6,75 \text{ km}^2$, la pendiente promedio es de 23,4% y de la microcuenca de 52,5%, indicador de relieve escarpado.

Tabla 8. *Propiedades lineales microcuenca de la quebrada Milla.*

Orden de los cauces	N.º de causas	Relación de bifurcación	Longitud de cauces (Km)	Densidad de drenajes	Densidad de cauces (Km/Km ²)	Índice de sinuosidad	Long. Real (Km)	Long. En recta (Km).
1	43		16,12	5,41	8,44	1,06	6,1	5,72
2	11	3,90	4,47					
3		5,5	4,3					
4		2	11,75					

Nota. Torres. (2024)

Su longitud lineal de 5,7 km, comparada con los 6,1 km. de su curso, evidencian su dirección prácticamente rectilínea, dándole torrencialidad al curso de agua. Si a este parámetro le adicionamos los valores del índice de razón de alargamiento y el parámetro razón de relieve, se puede inferir que el área es muy susceptible a procesos erosivos, con un poder de arrastre y transporte elevado. (Tabla 8).

El curso de agua principal de la microcuenca posee las características de un canal sinuoso que recorre 6,1 Km, de longitud desde su nacimiento en el páramo Los Leones hasta su desembocadura en el río Albarregas.

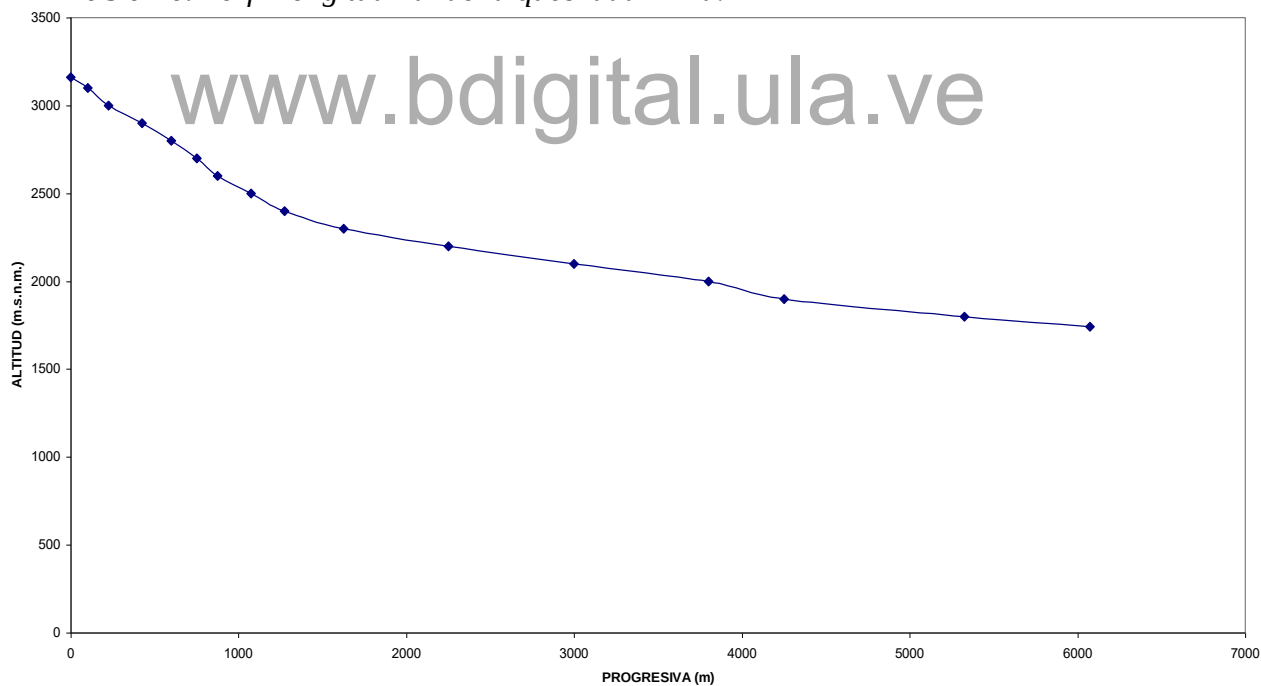
El curso de la quebrada Milla presenta cambios de pendiente en su recorrido; en los primeros 1275 metros de su trayecto la pendiente de la quebrada supera el 50%, posteriormente se produce un cambio brusco del 50% a 28,6% de pendiente disminuyendo gradualmente hasta alcanzar el 8% en su parte más baja. (Tablas 9 y 10).

Tabla 9. Cálculos del perfil longitudinal de la quebrada Milla.

Tramo	Cota (msnm)	Desnivel (mts)	Distancia horizontal (mts.)	Pendiente %	Progresiva (m)
1	3160		0		0
2	3100	40	100	40,0	100
3	3000	100	125	80,0	225
4	2900	100	200	50,0	425
5	2800	100	175	57,1	600
6	2700	100	150	66,7	750
7	2600	100	125	80,0	875
8	2500	100	200	50,0	1075
9	2400	100	200	50,0	1275
10	2300	100	350	28,6	1625
11	2200	100	625	16,0	2250
12	2100	100	750	13,3	3000
13	2000	100	800	12,5	3800
14	1900	100	450	22,2	4250
15	1800	100	1075	9,3	5325
16	1740	60	750	8,0	6075

Nota. Torres. (2024)

Tabla 10. Perfil longitudinal de la quebrada Milla.



Nota. Torres. (2024)

La quebrada Milla presenta un afluente en su margen izquierda a la altura del sector El Conuco y de curso permanente; la presencia de depósitos de detritos da carácter torrencial al afluente (Figura 7).



Figura 7. Afluente El Conuco. A la margen izquierda de la quebrada Milla. Tomado de Torres. (2012)

Vegetación

Como vegetación natural se reconocen,

los relictos de la vegetación autóctona de la zona o las formaciones vegetales sucesivas resultantes de procesos de colonización a partir de la intervención de la formación vegetal natural propiamente dicha, siendo ésta el tipo de vegetación natural más frecuente en el área”. UFORGA-ULA, (1997, p. 29).

También se inserta las áreas en las que predomina la vegetación arbórea. Las características de la vegetación natural en el área están determinadas por las

condiciones físico-naturales, fundamentalmente las de orden bioclimática y, en buena medida, por los usos particulares a que ha sido sometido históricamente cada sector. Dentro de la vegetación natural se reconocen principalmente 2 categorías, estas son:

Bosque Denso Alto. Dentro del bosque denso se incluyen una serie de formaciones vegetales integradas por sectores de la selva nublada, la selva estacional montaña y el bosque seco siempre verde.

Según información de UFORGA-ULA, la selva nublada se desarrolla principalmente en los ambientes de montaña media, donde el factor hídrico no es limitante en ninguna época del año y las condiciones térmicas se corresponden con el piso mesotérmico. En estos bosques la neblina constituye un elemento climático fundamental ya que su ocurrencia casi diaria permite una alta humedad relativa desde la tarde hasta la salida del sol, por lo cual constituyen un reservorio hídrico importante para el abastecimiento potencial de las demandas rurales y urbanas. Se trata de un bosque alto continuo, con varios estratos de composición mixta y gran diversidad florística, casi exclusivamente perennifolios y con gran variedad de epífitas. En el área de estudio la selva nublada se ubica entre los 1700 y los 3000 m.s.n.m.

Bosque Denso Bajo. En esta categoría se incluyen aquellos sectores en los que la vegetación boscosa original ha sido muy intervenida, quedando sólo algunas manchas de estas formaciones. La distribución geográfica de esa categoría de uso evidencia el intenso proceso de intervención antrópica a que ha sido sometido el territorio, principalmente en las vertientes y colinas, poniéndose de manifiesto su degradación ambiental de acuerdo a UFORGA-ULA (1997).

La distribución espacial de los principales tipos de cobertura vegetal presentes en el área de estudio responde al comportamiento e interacción del conjunto de factores físicos-naturales, los cuales representan un papel muy importante en el desarrollo de la vegetación. Se puede decir que responde a condiciones ecológicas específicas y propias del área de estudio y también como consecuencia de las diferencias climáticas por la altitud y exposición de las vertientes (umbría y solana); las llamadas diferencias topográficas. (Tabla 11).

Tabla 11. *Especies vegetales en la microcuenca de la quebrada Milla.*

Nombre común	Nombre científico	Familia
Punta de lanza	Vismia dealbata	Gutisfferrae
Cinarito	Myrcia acuminata	Mystaceae
Mamey	Nectandra sp.	Lauraceae
Quindú	Hieronyma oblonga	Euphorbiaceae
Quindú blanco	Laplacea fruticosa	Theaceae
Laurel verdecito	Ocota sp.	Lauraceae
Pino aparrado	Podocarpus oleofolius	Podocarpaceae
Marfil	Tetrorchidium rubrivenium	Euphorbiaceae
Cañaflote	Alchornea grandiflora	Euphorbiaceae
Salvio negro	Guettarda discolor	Rubiaceae
Yayao tambor	Vochysia sp.	Vochysaceae
Manteco negro	Ternstroemia acrodantha	Theaceae

Nota. Tomado de Infante, (2006).

Hidrografía

La microcuenca de la quebrada Milla se encuentra en la vertiente izquierda de la subcuenca del río Albarregas “siendo esta su tributario principal, la cual se encuentra a la margen derecha de la cuenca del río Chama, perteneciente a la hoya hidrográfica del Lago de Maracaibo”. Silva, (1999, p. 15).

Relieve

Observando los valores de elevación media se puede prever que por tratarse de microcuencas intramontañas, se caracterizan por tener valores de altitud medios altos, lo que sugiere pendientes significativas favorables a la génesis y activación de procesos erosivos y de transporte de materiales. “Clasificándolas de acuerdo con este parámetro obtendríamos que las microcuencas intramontañas dentro de las cuales

se encuentra la quebrada Milla, se considera en el rango de elevación baja”. Díaz, (2010, p. 64).

Aspecto sísmico

De acuerdo con la norma COVENIN 1756-2001 “Edificaciones sismo resistentes”, el área en estudio está clasificada como de amenaza sísmica elevada, tipificada dentro de la zona sísmica 5, al que corresponde una aceleración máxima probable a nivel de la roca de 0,30g, con un 10% de probabilidad de ser excedida en 50 años. Esto constituye un nivel de diseño para sismos que ocurren raramente, con un período de retorno de 475 años, aproximadamente. En cuanto al relleno de los fondos de valle, los abanicos son más abundantes que las terrazas, ya sea individualmente localizados o formando extensos espacios, a manera de abanicos coalescentes. Muchas veces estos abanicos recubren total o parcialmente a las terrazas longitudinales, aunque también puede “hallarse el caso contrario en algunos valles andinos. Además de estas formas, vale reconocer que también es posible hallar una forma intermedia de depósitos: los conos-terrazas originados en la confluencia de cursos de agua longitudinales y transversales” Schubert y Vivas, (1993, p. 32).

La estabilidad geológica. Los menores niveles de estabilidad geológica se extienden hacia la parte norte correspondiente al área de vertientes constituida principalmente por “macizos rocosos en laderas con altas pendientes, con mala calidad geotécnica y cinemáticamente muy inestables, (unidades de suelos transportados) y unidades con buenas condiciones de estabilidad (terrazas), desde el punto geológico” Medina, (2016, p. 71).

Susceptibilidad a movimientos de masa en la microcuenca de la quebrada Milla

En los depósitos sedimentarios de fondo de valle se encuentran las zonas de impacto directo a movimientos de masa principalmente por flujos de detritos (zonas cercanas al pie del talud), áreas con nivel alto de susceptibilidad, destacándose el

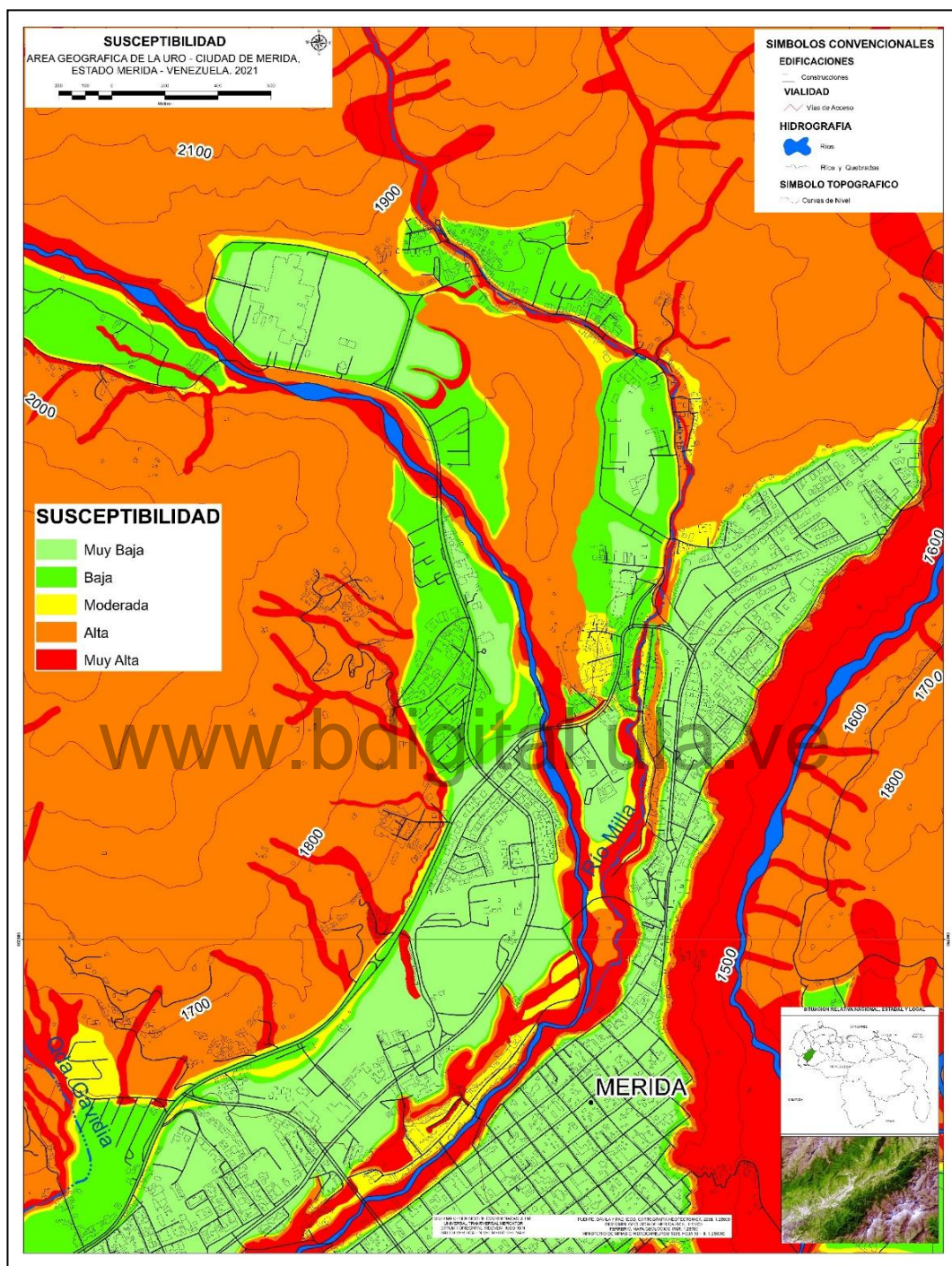
Parque Zoológico Chorros de Milla, San Pedro, El Manantial, La Vega de la Isla y Andres Eloy II, dado que estos lugares confluyen los flujos de detritos.

Las características morfométricas de la quebrada Milla reflejan su alta susceptibilidad a presentar crecidas extraordinarias, sin embargo, el estudio de la capacidad hidráulica elaborado por Yee en el 2008, menciona comparaciones de periodos de retorno de 50 y 100 años indicando que no se irá a desbordar la quebrada en esos periodos mencionados. Aun así, no se descarta esta posibilidad debido a lo mencionado en el análisis morfométrico, y al hecho de que el material en tránsito a lo largo del cauce de la quebrada puede disminuir su capacidad hidráulica, conllevando al desborde de esta, como de hecho ha sucedido en ocasiones anteriores, vale la pena recordar los eventos ocurridos: 12 de noviembre de 1959, 23 de noviembre de 1985 y el 12 de septiembre de 1989.

Con base a ello, se establecieron las zonas de impacto directo de desbordes por crecidas a través de los “buffers” realizados en el trayecto urbano. Es importante indicar que se consideran los puentes y los puntos, donde hay un cambio en la dirección del cauce, como los sitios más críticos donde se podría desbordar la quebrada por acción del aumento de la velocidad del caudal; “ello a su vez puede generar socavamientos laterales a lo largo del trayecto y más aún en los sitios donde se encuentran grietas en los puentes y muros, y que aportaría material que puede obstruir el cauce”. Yee, (2008, p. 65).

Así mismo, otras investigaciones realizadas por el INGEOMIN manifiestan que en el nivel de muy baja susceptibilidad con 6,41 % del área total, destacan las zonas dentro de la terraza de Mérida, retiradas de los bordes de los taludes y sobre relieves relativamente planos, con gradientes inferiores a (5°), pero sobre posiciones geomorfológicas altas o superiores dentro de la terraza de la ciudad de Mérida y en secciones de abanicos aluviales.

Además, las zonas correspondientes a taludes y vertientes con gradientes considerables y geológicamente inestables “poseen alta y muy alta susceptibilidad ante la ocurrencia de movimientos en masa”. Ramírez & Midori, (2011, p 85).



Geología estructural en la microcuenca de la quebrada Milla

La ciudad de Mérida está localizada dentro de un graben tectónico producto de una estructura geológica a gran escala denominada flor ("*Flower Structure*"), cuya falla de rumbo principal es el sistema de Fallas de Boconó, cuya dirección promedio es N45E y de cinemática transcurrente dextral, principalmente. De allí derivan una serie de fallas activas paralelas y otras transversales que condicionan el relieve actual del área metropolitana de Mérida.

Dicha área, y específicamente el municipio Libertador donde se ubica la microcuenca de la quebrada Milla, presenta segmentos de las estructuras mencionadas. Entre las fallas más influyentes e importantes del área identificada por Cabello (1966), Oliveros (1976), Ferrer (1988), Laffaille (1994), Audemard (2002), e INGEOMIN (2007), se encuentran las siguientes:

Falla de La Hechicera: representa una estructura paralela al sistema de fallas de Boconó, de cinemática dextral. Se extiende desde el sur-oeste hasta norte de la ciudad de Mérida, y se evidencia en campo por presentar una geoforma perceptible tipo "ensilladura de falla", separando (hacia el norte) geológicamente las Formaciones Palmarito y Mucujún, respectivamente. Las rocas aledañas a la falla se encuentran altamente fracturadas, por lo general tipo brecha.

Geología local en el área de estudio

Asociación Sierra Nevada (Precámbrico Superior). Hacia la cuenca alta se observan afloramientos de la Asociación Sierra Nevada, estimándose un área aproximada de 150,28 hectáreas representativa del 17,66 % de la superficie total en estudio. Litológicamente se conforma de granitos, esquistos cuarzofeldespáticos, gneises graníticos y migmatíticos, ubicándose localmente cuerpos lenticulares de anfibolitas plagioclásicas-hornblendicas y esquistos pelíticos (L.E.V., 1997). Esta unidad aflorante está suprayacente y en contacto de falla con la Formación Mucujún.

Hacia el tope de la cuenca se destaca la presencia de intrusiones graníticas tipo granoblástica de grano fino a medio con algunos porfidoblastos de feldespato. En

muestra de mano se puede estimar la composición cuarzo-feldespático-micáceo, con bandeamiento semi paralelo de micas, con algunos lentejones de cuarzo.

Formación *Palmarito*. Paleozoico (Pérmico medio). Según el Léxico Estratigráfico de Venezuela (1979), la secuencia comienza con una alternancia de lutitas, margas fosilíferas y algunas calizas delgadas e intercaladas; la parte inferior de esta formación está representada esencialmente por lutitas y margas, y la parte superior se caracteriza por calizas negras, duras, fétidas y fosilíferas que conforman bancos de espesores delgados. El espesor varía entre los 200 y 300 m. El contenido fosilífero ha provisto una importante fauna de invertebrados, que incluye ejemplares de braquiópodos, bivalvos, crinoideos, briozoos, cnidarios gasterópodos, trilobites, foraminíferos y ostrácodos.

Esta unidad ocupa un área total de 51,08 hectáreas, y representa el 6% de la superficie total. Los contactos estratigráficos en el sector de estudio son de falla con la Formación Mucujún. En el sector Los Chorros donde se localizó esta unidad estratigráfica se observan filitas de color gris plomo, medianamente meteorizadas compacta muy fracturada.

Formación *Mucujún*. Cenozoico (Terciario: Oligoceno- Mioceno). La unidad terciaria presenta una naturaleza lenticular, de orígenes netamente fluviales, con litofacies arenosas, limolítica y arcillíticas, abundancia de restos vegetales con coloración típica moteada. “Según la descripción de su sección tipo se caracteriza por dos unidades litoestratigráficas” Odreman, (1996, p. 20).

La unidad inferior arcillosa, caracterizada por una alternancia de lodolitas moteadas muy gruesas y delgadas intercalaciones de limolitas lenticulares y raramente areniscas finas. La unidad inferior indica que se desarrolló principalmente en una llanura de inundación, en un clima húmedo y bien oxigenado.

La unidad superior arenosa, además de tener facies típicas de la unidad inferior, contiene abundantes depósitos de facies proximales al canal fluvial (arenisca conglomerática, arenisca delgada lenticular limolita y lodolita). En cambio, las litofacies de la unidad superior, principalmente representan depósitos de abanico de rotura, dique natural, y en un menor porcentaje llanura de inundación.

En el área de estudio, la Formación Mucujún se encuentra ampliamente expuesta, ocupa un área de 487,82 hectáreas y representa el 57,33% de la superficie total, en contacto de falla suprayacente con la Asociación Sierra Nevada e infrayacente con la Formación Palmarito a través de la falla Sierra Nevada y la falla La Hechicera. Los afloramientos observados se localizan a lo largo del drenaje principal de la microcuenca Milla, específicamente en el Parque Zoológico Chorros de Milla, La Hechicera, urbanización Los Chorros, ascendiendo hasta 2600 msnm.

Se destaca la presencia de litofacies de arenisca conglomerática, arenisca de grano fino con estructura lenticular, limolita y lodolita. Por otro lado, se observa claramente la secuencia alternante o cíclica de las areniscas y limolitas donde la arenisca se presenta de grano grueso a medio, en secuencia granodecreciente.

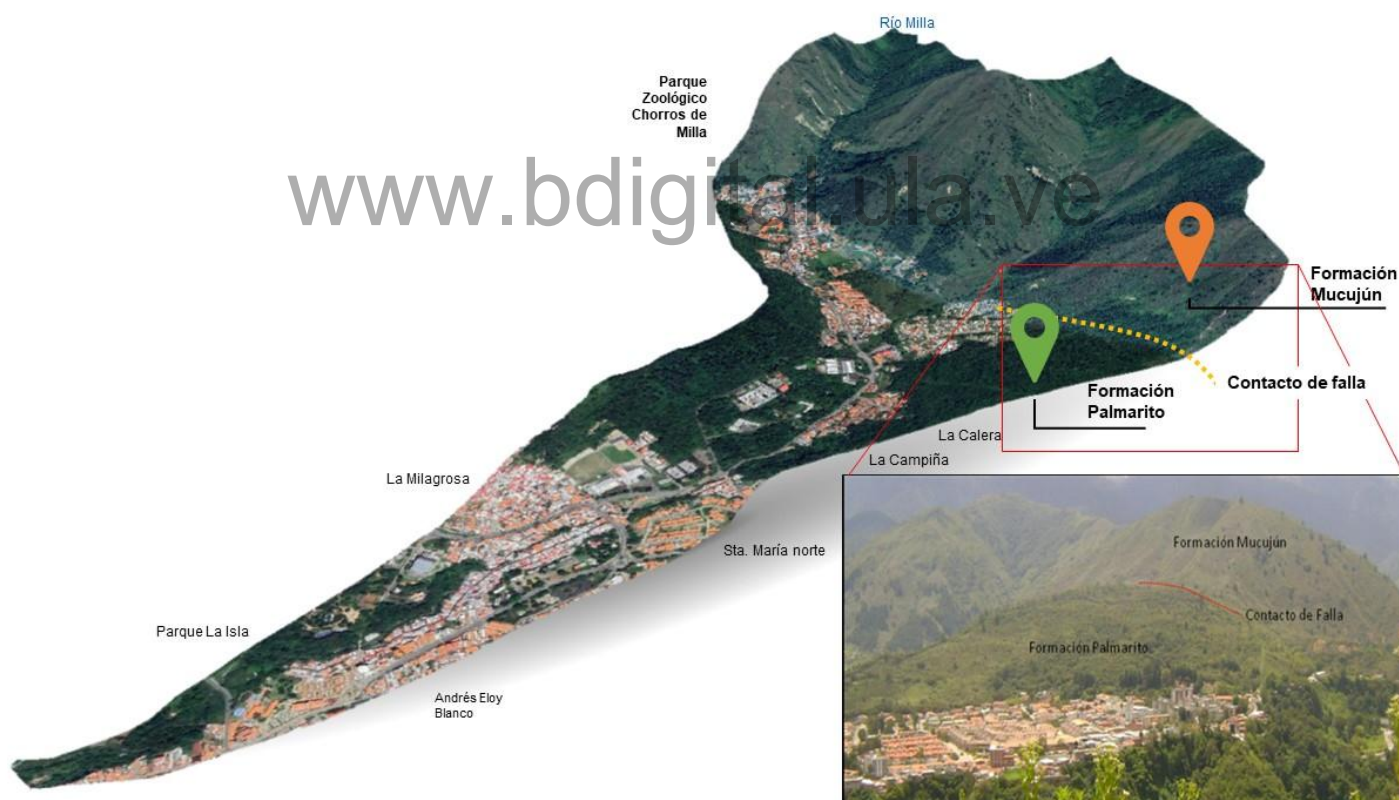


Figura 9. Unidades litoestratigráficas en contacto de falla. Torres (2024). Reseña fotográfica. Tomado de Gutiérrez (2012)

Depósitos Sedimentarios (Pleistoceno y Holoceno). En el área de estudio, los depósitos sedimentarios están representados por superficies planas relacionadas con acumulaciones fluviales y aluviales, que se destacan de las abruptas unidades terciarias oligo-miocenas. Las acumulaciones Pleistocénicas- Holocénicas presentan formas de grandes terrazas (terrazas de Mérida) relacionadas con aportes longitudinales del río Chama y variados cuerpos de abanicos aluviales generalmente perpendiculares al río Chama y longitudinales a los afluentes que le dieron orígenes, presentan condiciones topográficas de importancia para el crecimiento y asentamiento de núcleos urbanos.

La relación en el proceso de sedimentación continental con las condiciones climáticas regionales, mencionando que durante el Pleistoceno cobra importancia de la aridez dentro del proceso de denudación de los suelos y procesos erosivos en ladera de montañas, elementos de importancia que unidos con precipitaciones máximas originaron el arrastre de grandes cantidades de material erosionado. “Producto de esta erosión y transporte se generó un relleno sedimentario fluvio- glacial y aluvial en los valles intramontanos y piedemontes septentrionales- meridionales, formando así las terrazas andinas y los abanicos aluviales del piedemonte”. La Marca, (1997, 98)

Los abanicos, localizados en los fondos de valle, son más sensibles e inestables que las terrazas, algunas con inestabilidades topográficas. En ocasiones, estos abanicos recubren total o parcialmente a las terrazas longitudinales. La sedimentación Holocena también agrupa a depósitos coluviales con detritos angulosos y caóticos que se ubican en el pie de taludes y laderas. Es típico definir estos depósitos como una mezcla heterogénea de materiales sueltos, representados por bloques, guijas y guijarros angulares a subangulares en matriz de suelo areno limo-arcilloso.



Izquierda



Derecha

Figura 10 Se muestran los depósitos de coluviones (izquierda). Figura 11. Se destacan los bloques y cantos relacionados a depósitos de coluviones (derecha) Tomado de Torres. (2006)

Evolución de la quebrada Milla es reflejada a través de la visualización de sus canales y barras de meandros, donde la acumulación y arrastre de sedimentos ha favorecido su formación indicando la carga de sedimentos de fondo y en suspensión. Los sedimentos Holocenos más recientes suprayacen a sedimentos fluviales - aluviales siendo descargados en la zona de confluencia del río Albarregas y la quebrada Milla. Las facies sedimentos recientes son transportados y depositados por la quebrada Milla, dan aporte clástico a áreas planas longitudinales, constituidos específicamente por mezclas de todos los tamaños granulométricos: Peñas, Peñones, bloques, gravas, arenas y limos, en su mayoría formados por areniscas, gneises relacionados directamente con las unidades litodémicas (Asociación Sierra Nevada) y unidades litológicas como es la Formación Mucujún. En la parte media de la microcuenca se observa litoclastos guijarrosos de filitas pertenecientes a la Formación Palmarito, producto de movimientos de masatipo caídas de rocas que aportan sedimentos a la microcuenca. Dentro de esta unidad se observan canales activos del holoceno (CH) y barras de meandro (Gmt).

Depósitos aluviales recientes. Depósitos sedimentarios relacionados con mayores desgastes en sus litoclastos, transportados y depositados paralelos a ambos márgenes de la quebrada Milla. Constituyen depósitos aluviales con predominio de materiales gruesos, del tamaño de cantos, bloques y peñas (en el ápice), en el centro

más gradado y variable granulométricamente, hacia la parte distal sedimentos guijarros arenosos y finos bien gradados, subangulares a subredondeados, con una matriz areno-guijarrosa.

En la sección ubicada en la vía principal Chorros de Milla (coordenadas UTM N954367; E 264322), la sección exhibe litoclastos de areniscas gneis y granitos subredondeados a subangulosos, esfericidad en su mayoría baja, soportados por una matriz areno guijarrosa, con un espesor aproximado de 1,75 m. La imbricación de clastos, y la disposición cruzada planar están presentes, y en algunos de sectores de este depósito los clastos asumen la textura grano sostenido o clasto soportado. El depósito muestra la eficacia de la corriente de turbidez al ser capaz de conducir materiales gruesos a larga distancia sin mayor selección, facilidad de movimiento de la partícula y alta resistencia de los minerales constitutivos de la roca al ser re TRABAJADOS durante el transporte. El análisis granulométrico manifiesta condiciones unimodales, dentro del grupo textural gravas, con 85,3% de gravas, y 14,7% de arenas. Señala en promedio gravas finas, moderadamente escogidas, muy platicúrtica con fuerte tendencia hacia los finos.

Depósitos de edad Pleistoceno (PT1). Constituidos por todos los cuerpos que presentaron alturas topográficas mayores a 5 metros, a partir del lecho actual del río Chama. Constituyen depósitos heterogéneos, con mayor arreglo granulométrico, abundan los gneises, areniscas, algunos granitos y filitas se localizan en menor proporción. La sedimentación usualmente presenta buena gradación con matriz areno-arcillosa, producto de la descomposición de algunos constituyentes minerales.

En este mismo sector, se ubica depósito cuyos litoclastos están relacionados con la Asociación Sierra Nevada, además de las Formaciones Mucujún y Palmarito, sedimentaciones relacionadas con dos afluentes (la quebrada Milla y el río Albarregas); con sedimentos subangulosos a subredondeado que indican cierta distancia a las fuentes de origen. La parte media se encuentran los mismos aportes, pero el estado de redondez anguloso a muy anguloso sugiere una distancia menor. Es notable acumulaciones mayores del río Albarregas evidenciado por la presencia notable de filitas de la Formación Palmarito.

Depósitos Coluviales (HC). Tal como lo muestra la figura 26; también se ubican depósitos coluviales, representados por una mezcla heterogénea de materiales sueltos, depósitos de ladera y al pie del talud. Estos depósitos se encuentran mal clasificados, tienden a ser caóticos, originados en ladera y de pie de talud constituidos por una mezcla desordenada, caótica, heterogénea de materiales sueltos. Los litoclastos tienden a relacionarse con bloques y guijarros angulares a subangulares.

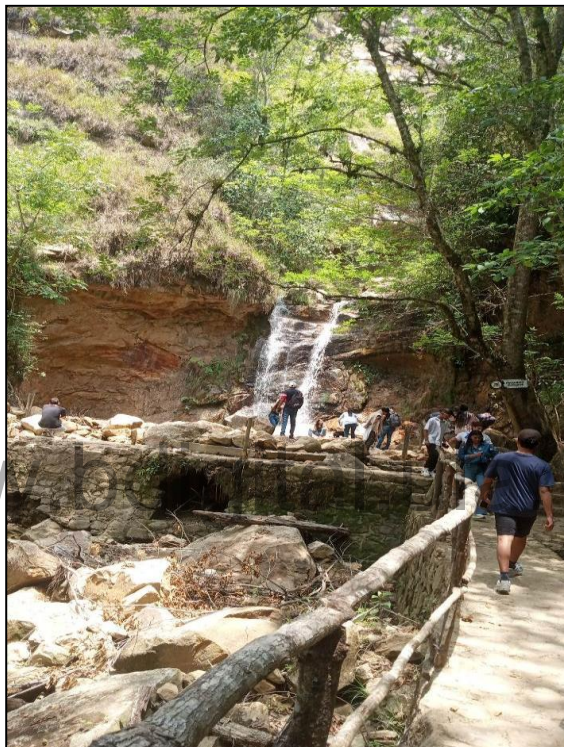


Figura 12. Depósitos caóticos representan los coluviones. Torres. (2024)

Sector El Conuco: Ubicado en el Sector el Conuco, margen derecho. Coordenadas UTM N 954713; E 264675.

La unidad está constituida en una mayor proporción por areniscas interestratificadas con limolitas, en menor proporción lutitas y lodolitas. Suprayacente se encuentran suelos residuales arenosos de muy poco espesor debido a las elevadas pendientes de las laderas. Es común observar adyacente a la falla de La Hechicera cuñas coluviales, originadas en el Pleistoceno producto de la cinemática de dicha falla

y posterior acumulación en las laderas. En este material es donde actualmente yace la ocupación urbana del sector La Calera.

Los depósitos ubicados en este sector son depositados por el afluente conocido como la quebrada El Conuco, transportando un buen volumen de carga tractiva que presentan geometría relacionadas con abanico aluvial. La sedimentación típica es correspondida con bloques y fragmentos de roca angulares a subangulares en matriz areno- limoso, se presenta perpendicular al abanico aluvial relacionado con descargas sedimentarias de la quebrada Milla. Se observan paleocanales de incisión importante en la construcción del abanico, con predominancia de bloques que corresponden a corrientes tractivas, y superficies onduladas que muestran fábrica de clastos sueltos. Es probable que esta sedimentación esté relacionada con condicionantes tectónicos. Se destaca la variación de paleocorrientes y el cambio en la composición mineralógica.

La sedimentación localizada en este sector puede comprender aportes sedimentarios relacionados a caídas de rocas provenientes de laderas con fuertes pendientes, que fueron retrabajados en pequeñas distancias condicionados por eventos de crecidas rápidas y cosísmicas.

1. Revisión de registros históricos y cálculo de precipitaciones acumuladas: en el marco de la investigación se tomó el registro histórico y las precipitaciones acumuladas de INGEOMIN, se realizó una revisión exhaustiva de los registros de precipitaciones diarias para el periodo 1974-2001 de la Estación Santa Rosa de la Universidad de Los Andes en el año 2011. Estos datos, que abarcan 28 años, proporcionaron una base sólida para analizar las características de las precipitaciones en la microcuenca de la quebrada Milla del cual se elaboró un análisis.

A continuación, se puntualizan los pasos seguidos para el cálculo de las precipitaciones acumuladas:

1. Asignación de series de precipitación histórica: para cada evento de movimiento de masa, se identificó la serie de precipitación histórica correspondiente

a la estación Santa Rosa que abarcó el área de influencia de la microcuenca de la quebrada Milla donde ocurrió el evento.

2. Interpretación de precipitaciones acumuladas: se analizaron las precipitaciones acumuladas para diferentes periodos previos al evento: 1, 3, 5 y 7 días.

3. Cálculo de precipitaciones acumuladas antecedentes: se calcularon las precipitaciones acumuladas antecedentes para periodos más largos: 5, 10, 15, 30, 60 y 90 días. Estas precipitaciones representan la cantidad de lluvia acumulada en los días previos a los considerados en la Precipitación Acumulada. Torres. (2012)

2. Análisis de Frecuencias de Intensidades Máximas de Precipitación: para analizar las frecuencias de las intensidades máximas de precipitación, se aplicaron los siguientes pasos:

1. Ajuste de registros pluviográficos: “Los registros pluviográficos se ajustaron a la distribución de probabilidad de Gumbel o de Valor Extremo Tipo I, siguiendo las recomendaciones de investigadores” Chow et al., (1994, p. 61). Esta distribución es ampliamente utilizada en la simulación de tormentas de lluvia debido a su capacidad para modelar eventos extremos de precipitación.

2. Base de datos de profundidades máximas anuales: “Se utilizó la base de datos de profundidades máximas anuales para diferentes duraciones de lluvia, correspondiente al periodo 1966-1980” Silva, (1990, 19). Esta base de datos proporcionó información valiosa sobre las características de las precipitaciones máximas en la región.

3. Consideraciones Importantes

- La distinción entre Precipitación Acumulada y Precipitación Antecedente permite comprender la influencia de tanto los patrones de precipitaciones a corto como a largo plazo en la ocurrencia de eventos de movimientos de masa.

- La selección de la distribución de probabilidad de Gumbel o Valor Extremo Tipo I para el ajuste de los registros pluviográficos se basa en su capacidad para modelar eventos extremos de precipitación, que son los que tienen mayor potencial para desencadenar movimientos en masa.

- La utilización de la base de datos de profundidades máximas anuales de Silva (1990) aporta información relevante sobre las características de las precipitaciones máximas en la región, permitiendo realizar un análisis más completo de las frecuencias de las intensidades máximas de precipitación.

4. Tabla 12: Esta información es fundamental para comprender la relación entre las características de las precipitaciones y la ocurrencia de estos eventos.

Tabla 12. Registro de precipitaciones diarias acumuladas antecedente por evento identificado en la microcuenca de la quebrada Milla.

Fecha del evento	30/10/1977	19/10/1987	13/09/1989	30/10/2001
Días antes del evento	Pp acumuladas (mm)	Pp acumuladas (mm)	Pp acumuladas (mm)	Pp Acumuladas (mm)
90	606,00	658,40	491,40	634,33
60	536,90	575,40	424,50	501,48
30	406,20	390,10	313,20	371,23
15	268,10	308,50	131,60	129,90
10	193,20	262,60	106,50	55,50
7	187,40	235,40	85,70	51,20
5	186,90	139,00	75,90	40,30
3	100,40	116,30	61,20	39,40
1	45,00	88,00	54,30	25,30

Nota. Tomado de INGEOMIN (2012)

1. Precipitaciones detonantes de eventos de movimiento de masa: la autora analizó el comportamiento de las precipitaciones en cuatro eventos de movimiento de masa en la microcuenca de la quebrada Milla, revela que estos eventos fueron detonados por lluvias diarias que oscilaron entre 25,30 mm y 88 mm.

2. Umbrales máximos de lluvias acumuladas antecedentes: se identificaron los umbrales máximos de lluvias acumuladas antecedentes de corta duración que han favorecido la ocurrencia de eventos extraordinarios:

- **1 día:** 88 mm
- **3 días:** 116,30 mm
- **5 días:** 186,90 mm
- **7 días:** 235,40 mm

3. Metodología para la determinación de umbrales críticos: la determinación de los umbrales críticos se basó en los datos de la Tabla 13, realizando combinaciones de lluvia acumulada de 1, 3, 5 y 7 días contra la lluvia acumulada antecedente de 5, 10, 15, 30, 60 y 90 días, evaluando cada combinación para los cuatro eventos ocurridos en la microcuenca de la quebrada Milla.

4. Umbrales máximos de lluvia acumulada: en términos generales, el umbral máximo de lluvia acumulada o lluvia del corto plazo varía entre 88 mm para 1 día y 235,40 mm para 7 días.

5. Umbrales mínimos de lluvia acumulada: se dilucidó que las combinaciones de lluvia que consideran días de lluvia acumulada antecedente inferiores a 15 días no logran establecer un umbral mínimo de lluvia. Solo cuando se consideran periodos mayores, a partir de 30 días, se diferencia un umbral mínimo similar para todas las combinaciones de lluvia:

- **30 días:** 300 mm
- **60 días:** 400 mm
- **90 días:** >500 mm (Tabla 13).

Tabla 13. Resumen de los umbrales

Umbrales	Descripción
Umbral 1	<i>Lluvias acumuladas de corta duración entre 25 y 88 mm (1 día)</i> <i>Lluvias acumuladas de larga duración entre 300-400 mm (30 días)</i> <i>Lluvias acumuladas de larga duración entre 400-500 mm (60 días)</i> <i>Lluvias acumuladas de larga duración >500 mm (90 días)</i>
Umbral 2	<i>Lluvias acumuladas de corta duración entre 39,40 y 116,3 mm (3 días)</i> <i>Lluvias acumuladas de larga duración entre 300-400 mm (30 días)</i> <i>Lluvias acumuladas de larga duración entre 400-500 mm (60 días)</i> <i>Lluvias acumuladas de larga duración >500 mm (90 días)</i>
Umbral 3	<i>Lluvias acumuladas de corta duración entre 40,30 y 186,9 mm (5 días)</i> <i>Lluvias acumuladas de larga duración entre 300-400 mm (30 días)</i> <i>Lluvias acumuladas de larga duración entre 400-500 mm (60 días)</i> <i>Lluvias acumuladas de larga duración >500 mm (90 días)</i>
Umbral 4	<i>Lluvias acumuladas de corta duración entre 51,20 y 235,40 mm (7 días)</i> <i>Lluvias acumuladas de larga duración entre 300-400 mm (30 días)</i> <i>Lluvias acumuladas de larga duración entre 400-500 mm (60 días)</i> <i>Lluvias acumuladas de larga duración >500 mm (90 días)</i>

Nota. Tomado de INGEOMIN (2012)

1. Interpretación de la influencia de las precipitaciones acumuladas en la

Microcuenca Milla: El análisis de umbrales, basado en el método empírico, ha permitido identificar una clara relación entre la ocurrencia de eventos de movimientos de masa en la microcuenca de la quebrada Milla y las precipitaciones acumuladas de larga duración. Se ha observado que, en los días previos a un evento desencadenante de lluvia (entre 25 mm y 88 mm), se registran acumulados de precipitación que oscilan entre 300 mm y 600 mm, distribuidos en periodos de 30, 60 y 90 días, respectivamente.

1.1 Umbrales de precipitación acumulada:

- **300-400 mm (30 días):** precipitación acumulada en un periodo de 30 días que precede a un evento desencadenante.
- **400-500 mm (60 días):** precipitación acumulada en un periodo de 60 días que precede a un evento desencadenante.
- **>600 mm (90 días):** precipitación acumulada en un periodo de 90 días que precede a un evento desencadenante.

1.2 Umbrales de precipitación desencadenante:

- **25 mm:** precipitación que puede presentarse con periodos de retorno de 2 años o menos, con una duración de 1 hora.
- **54,50 mm:** precipitación con un periodo de retorno menor a 50 años y mayor a 25 años, para duraciones de 1 hora y 2,33 años con duración de 3 horas.
- **88 mm:** precipitación que puede presentarse con periodos de retorno menores a 20 años y mayores a 10 años.

Tabla 14. Intensidades máximas de precipitación (en mm/h) para diferentes frecuencias y duraciones (Estación Santa Rosa).

Periodo de retorno (Tr)	1 hora		3 horas	
	Profundidad (mm)	Intensidad mm/hora	Profundidad (mm)	Intensidad mm/hora
2	29,2	29,2	51,5	17,2
2,33	31,0	31,0	54,7	18,2
5	39,1	39,1	68,6	22,9
10	45,6	45,6	80,0	26,7
20	51,9	51,9	90,9	30,3
25	53,9	59,1	94,3	31,4
50	60,1	64,1	105,0	35,0
100	66,2	69,0	115,5	38,5

Nota. Tomado de INGEOMIN (2012)

1. Interpretación de la tabla 14, influencia de las lluvias acumuladas a largo plazo: el análisis de la autora sobre los umbrales críticos de lluvia, basado en métodos empíricos y utilizando datos de movimientos de masa y de la Estación Santa Rosa, revela una clara influencia de las lluvias acumuladas a largo plazo en la ocurrencia de estos eventos en la microcuenca. Se ha observado que, en los cuatro eventos analizados, 30 días antes de la ocurrencia del evento se acumularon entre 300 y 400 mm de precipitación, 400 a 500 mm en 60 días y 500 a 600 mm en 90 días. Esta condición, sumada a una lluvia de poder erosivo entre 25 y 80 mm en un solo día, desencadenó eventos en la microcuenca que generaron impactos negativos en la población, alcanzando relevancia para ser reportados por la prensa regional o nacional.

2. Ausencia de registros de lluvias erosivas: se interpreta que los registros de precipitaciones diarias se observaron eventos de lluvia erosiva superiores a 25 mm.

Sin embargo, estos eventos no están reportados en las bases de datos disponibles de registros históricos. Ante esto, se plantean dos hipótesis:

- **Hipótesis 1:** las lluvias acumuladas no fueron suficientes para generar la activación de movimientos de masa o desbordamientos que causaran alarma en la microcuenca de la quebrada Milla.

- **Hipótesis 2:** la base de datos hemerográfica disponible no registró estos eventos. En estos casos aislados, se recomienda ampliar la investigación para mejorar las interpretaciones vinculadas a estos aspectos.

3. Importancia de los umbrales mínimos para sistemas de alerta temprana: los umbrales máximos de lluvia son de limitada utilidad para sistemas de alerta temprana, ya que solo indican el límite por debajo del cual ya ha ocurrido la mayoría de los movimientos en masa. En cambio, los umbrales mínimos resultan determinantes para estos sistemas, pues señalan la cantidad de lluvia por encima de la cual se incrementan significativamente las probabilidades de ocurrencia de estos eventos.

Por lo tanto, “se convierten en herramientas fundamentales cuando se realiza un monitoreo continuo de la precipitación en una región específica. Al superar dichos umbrales, se hace necesario emitir alertas tempranas para prevenir la inminente ocurrencia de movimientos en masa” Aristizabal et al., (2011, 77).

4. Frecuencias de intensidades máximas de precipitación: el análisis de frecuencias de las intensidades máximas de precipitación, utilizando un método estadístico más riguroso, permitió estimar los periodos de retorno de las precipitaciones máximas o con mayor poder erosivo. Estos datos contribuyen a comprender la propensión a la ocurrencia de movimientos de masa que han acontecido históricamente en la microcuenca de la quebrada Milla.

Los resultados indican que eventos de lluvia de un día con 25 mm presentan cortos periodos de retorno (2 años), mientras que eventos de 54,50 mm presentan periodos de retorno medianos (entre 25 y 50 años), ambos con duraciones de 1 hora. En el caso de eventos de 88 mm, estos pueden ocurrir entre 10 y 20 años con duraciones de 3 horas

Identificación de las zonas críticas en la microcuenca de la quebrada Milla

Aquí se enfocó en la identificación de zonas críticas propensas a movimientos de masa en la microcuenca de la quebrada Milla. La metodología empleada se basó en un análisis riguroso que combinó la observación en campo, la descripción detallada del área de estudio y la revisión de estudios diagnósticos previos. Para garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados, se contó con la colaboración de especialistas en el área de geología y gestión de riesgos.

Principios fundamentales en la identificación de zonas críticas: “La identificación de zonas críticas en la quebrada Milla se fundamentó por tres principios básicos en las geociencias” Varnes, (1984, p. 28):

El pasado y el presente son claves para el futuro: El análisis de eventos históricos de movimientos de masa y la evaluación de las condiciones geomorfológicas actuales proporcionaron información valiosa para comprender la susceptibilidad del terreno y predecir la ocurrencia de futuros eventos, necesarios para indicar las medidas de gestión de riesgos socionaturales.

Identificación de condiciones determinantes de la inestabilidad de vertiente: Se realizó una evaluación exhaustiva de los factores que influyen en la estabilidad de las laderas, incluyendo la pendiente del terreno, la geología, la geomecánica, la cobertura vegetal y la presencia de estructuras geológicas.

Estimación de áreas estables e inestables: con base en la información recopilada y el análisis de los factores condicionantes y desencadenantes, se elaboraron mapas de estabilidad e inestabilidad que clasificaron las zonas críticas de la microcuenca según su susceptibilidad a movimientos en masa, la velocidad de los movimientos y la afectación de áreas en eventos acontecidos.

Estimación y cuantificación de consecuencias: se evaluaron las potenciales consecuencias de los movimientos de masa en términos de daños a la infraestructura, líneas vitales, elementos expuestos y aplicación de medidas de la gestión de riesgo para las comunidades asentadas en la zona.

Enfoque metodológico riguroso: la identificación de zonas críticas en la quebrada Milla se llevó a cabo mediante un proceso metodológico riguroso que incluyó las siguientes etapas:

Revisión de estudios preexistentes: se realizó una revisión exhaustiva de estudios previos relacionados con la geología, la geomorfología y los riesgos de movimientos de masa en la microcuenca.

Observación en campo: se realizaron recorridos de campo para observar y documentar las características geomorfológicas, geológicas y las evidencias de movimientos de masa presentes en la zona.

Descripción detallada del área de estudio: se elaboró una descripción detallada del área de estudio, incluyendo la geología, la geomorfología, la geomecánica, la cobertura vegetal y las normativas del POU, y delimitación de los consejos comunales.

Análisis de factores condicionantes: se evaluaron los diferentes factores que influyen en la estabilidad de las laderas, utilizando técnicas de análisis espacial y herramientas SIG.

Elaboración de mapas de zonas críticas, elementos expuestos y medidas de gestión: Se elaboraron mapas de área de estudio, zonas críticas, elementos expuestos y medidas de gestión de riesgo siconatural que clasificaron las zonas de la microcuenca según su susceptibilidad a movimientos en masa.

Evaluación de consecuencias: Se evaluaron las potenciales consecuencias de los movimientos de masa en términos de daños a la infraestructura, líneas vitales, elementos y riesgos expuestos para las comunidades asentadas en la microcuenca.

Colaboración con especialistas: Para garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados, se contó con la colaboración de especialistas en el área de geología (personal de INGEOMIN) y gestión de riesgos (personal de Protección civil Mérida y docentes de la ULA). Los aportes de estos expertos fueron fundamentales en la interpretación de los datos, la evaluación de zonas críticas, áreas inestables, áreas estables y elementos expuestos además de la estimación de las consecuencias.

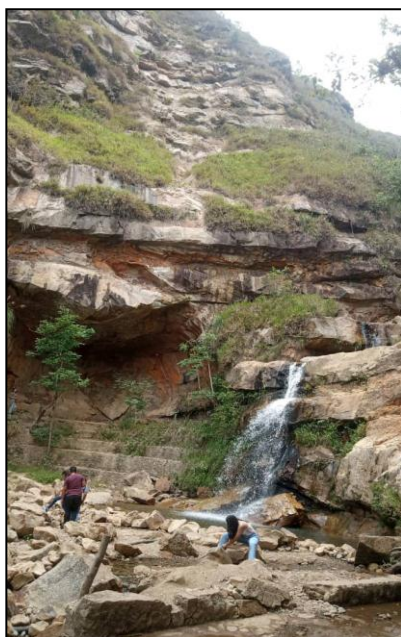
La identificación de zonas críticas en la microcuenca de la quebrada Milla se basó en un enfoque metodológico riguroso y sistemático que integró la observación en campo, la descripción detallada del área de estudio, la revisión de estudios diagnósticos previos y la colaboración de especialistas en geología y gestión de riesgos.

Zona crítica 1. Chorros de Milla (ZC-1): En esta zona crítica se ubica la Formación Mucujún, ella está clasificada como una roca meteorizada dura fracturada representada por areniscas macizas interestratificadas con limolitas y ocasionales lutitas, generalmente localizadas en las laderas, su estado físico por lo general es de meteorizado a muy meteorizado, con resistencias entre 10 a 400 kg/cm²(areniscas), con un moderado grado de fracturamiento cuya frecuencia promedio oscila entre 4 y 6 diaclasas por m², aberturas entre 0,1 mm y 1 mm, rellenos de limo, arena fina y arcillas, superficies ligeramente rugosas con persistencia entre 0,5 m a 1 m. el relieve fundamentalmente montañosos de escarpada pendiente.

Las rocas de esta unidad se presentan con moderada calidad geotécnica, obteniéndose valores promedios de RMR=50 y GSI=45, otorgando valores empíricos de ángulos de fricción interna entre 25° y 30°, y cohesiones entre 0,2 y 0,3 kg/cm². Para movimiento de tierra de moderada a difícil excavación. INGEOMIN (21012)

En términos de movimientos de masa presentan una condición de moderada a alta propensión por grado de fracturamiento de material rocoso y socavación del nivel base de la limolita, especialmente cuando se realizan acciones antrópicas como cortes para taludes sin medidas de mitigación respectivas.

En esta zona crítica 1, los procesos geomorfológicos localizados son las caídas de rocas, y flujo de detritos presentándose en rocas detríticas de grano fino (limolitas, arcillitas, lodolitas). La zona crítica se extiende sobre 16 hectáreas.



Izquierda



Derecha

Figura 13. Zona crítica 1 (ZC-1): Sedimentos detríticos gruesos clasificadas como cantos y bloques (Izquierda). Figura 14. Restos vegetales y caídas de rocas en la zona crítica 1(Derecha). Torres. (2024)



Izquierda



Derecha

Figura 15. Umbrales de puentes ubicados en el parque zoológico Los Chorros de Milla. (Izquierda) Figura 16. Umbrales de puentes ubicados en el parque zoológico Los Chorros de Milla. (Derecha). Torres. (2024)

Según el POU-Mérida, se manifiesta que:

La permanencia de los habitantes que hagan uso de los recursos naturales renovables en el área crítica de una cuenca, solo se permitirán estudios integrales cuando así lo determinen. En tales casos, el Estado les proporcionará la asistencia técnica y financiera necesaria para garantizar la conservación de los recursos, cabe señalar que en el numeral 6 corresponde incluir el Decreto 5035 del 13 de Enero de 1999 (Gaceta oficial N° 5305 extraordinario del 01-02-99) que contiene el Plan de Ordenamiento y reglamento de Uso de la Zona Protectora de la Cuenca del Río Albarregas”, correspondiente al Decreto N.º 1379 de fecha 22-08-73, publicado en Gaceta oficial N.º 30186 del 23-08-73 de la Zona Protectora de una porción de la Cuenca del Río Albarregas (POU-Mérida, 2018, 30).

En cuanto a la gestión integral del riesgo se considera el abordaje transversal en el desarrollo y la aplicación de acciones estratégicas, como un proceso coordinado, apoyándose en el conocimiento y la transferencia de la información a la comunidad, adelantándose accionar antes de que ocurra un evento extremo.

Zona crítica 2. Sector Parque Zoológico Milla (ZC-2). Esta zona crítica 2, mantiene las mismas condiciones geológicas, geomecánicas y de uso de suelo. El desarrollo de eventos pasados afectó esta zona crítica, estos eventos están relacionados con procesos hidrometeorológicos, las condiciones climáticas extremas de ambientes típicos de montañas e incidencia estructural. En este sentido, todos los detonantes de los eventos o últimas causas que generan el movimiento en masa son los procesos hidrometeorológicos, y procesos geomorfológicos. Actualmente en el cauce fluvial es notable la presencia de tallos, árboles y bloques que obturan el canal principal, elementos de importancia al evaluar posibles zonas de represamiento o áreas donde hay obstrucción o cierre parcial del cauce.

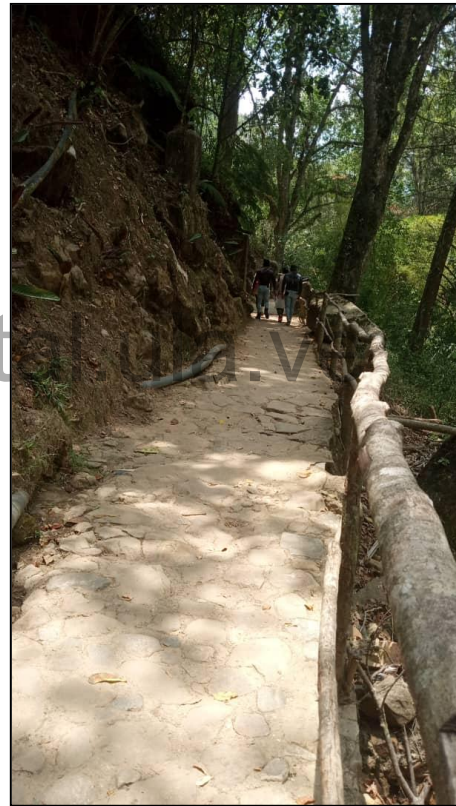
Dichas áreas se encuentran expuestas tanto a procesos geomorfológicos de laderas inestables como a crecidas excepcionales al pie de la ladera. La poca formación de suelo residual, condiciona la ocurrencia de movimientos de masa y primordialmente destaca la caída de rocas. Entonces el relieve abrupto localizado hacia la cuenca media, representa una condición de importancia en el análisis de la

velocidad de las corrientes, capacidad de carga de los fluidos, capacidad de erosión y desplazamiento de las partículas.

La zona crítica 2, es considerada como Parque Zoológico Chorrros de Milla, cubre 1 hectáreas, representa la exposición de cominerías turísticas cementadas, también se observan procesos erosivos relacionados a socavación lateral. La zona critica ocupa a una superficie de 1 hectárea, los valores estadísticos no muestran afectación de líneas vitales, solo se encontrarían expuestos las jaulas de animales en cautiverio y kioscos, que representan un promedio del 25% (Figuras 17 y 18).



Izquierda



Derecha

Figura 17. Activación de movimientos de masa (izquierda) Figura 18. Ladera inestable por intervención antrópica en la zona crítica 2 (derecha). Torres (2024)

Según el POU Mérida, son consideradas como Áreas Bajo Régimen de administración Especial (ABRAE):

Correspondiente al Parque nacional Sierra Nevada, según Decreto N.º 3939 de fecha 02-05-52 (Gaceta oficial N.º 393 del 02-05-52); del Parque Metropolitano Albarregas, según Decreto N.º 1515 de fecha 03-06-82 publicado en la Gaceta oficial N.º 32492 del 09-06-82 y a la zona protectora de la Cuenca del río Mucujún, según Decreto N.º 773 de fecha 14-08-85 y publicado en Gaceta oficial N.º 33285 del 14-08-85 y a la zona Protectora de una porción de la Cuenca del Río Albarregas, según decreto N.º 1379 de fecha 22-08-73, publicado en Gaceta Oficial N.º 30186 del 23-08-73. Según el numeral 6 se incluye como ABRAE al “Área de recreación a campo abierto de uso intensivo, Decreto de 1982, figura jurídica que en la Ley del Ambiente no figura como ABRAE, al tiempo que falta en la enumeración de los Decretos Presidenciales el de 1979, declarando al sector urbano del Río Albarregas como área crítica con prioridad de tratamiento, figura jurídica que si es ABRAE en la Ley referida. POU-Mérida, (2018, p. 32).

Zona crítica 3. Barrió San Pedro. (ZC-3): geológicamente está conformada por depósitos sedimentarios que tienden a ser superficies planas relacionadas con acumulaciones fluviales y aluviales, forman parte de abanicos aluviales longitudinales a los afluentes que le dieron orígenes, presentan condiciones topográficas de importancia para el crecimiento y asentamiento de núcleos urbanos.

Los abanicos, localizados en los fondos de valle, son más sensibles e inestables que las terrazas, algunas con inestabilidades topográficas. Estos elementos expuestos pueden ser afectados por procesos geomorfológicos en las ladera y procesos erosivos en los abanicos aluviales (erosión en cárcavas, socavación basal y deslizamientos compuestos), además de procesos hidrogeomorfológicos (procesos de avulsión, desborde de canal y descarga de sedimentos) siendo vulnerables a crecidas excepcionales. La zona posee una extensión de 1 hectárea de potencial afectación, manifiestan daños al agua potable 285 metros, y vialidad 438 metros.

Según el POU en el 2018, esta zona crítica es considerada como:

Área residencial de acción especial a consolidar (AR-E2). Comprende sectores en desarrollo espontáneo cuyo uso actual está en concordancia con la organización espacial y funcional propuesta, que, por su baja calidad ambiental, deficiencia en la dotación de servicios, trazado irregular, crecimiento acelerado y anárquico, hacen necesario la elaboración de un plan especial POU-Mérida, (2018, p. 33).



Izquierda.

Derecha.

Figura 19. Procesos erosivos laterales a lo largo de la microcuenca de la quebrada Milla (izquierda) Figura 20. umbrales del puente en el sector San Pedro en la zona crítica 3 (derecha). Torres (2024)

Zona crítica 4. Parque Zoológico Chorros de Milla. (ZC-4): Los elementos expuestos sobre esta zona poseen un área de exposición de 8 hectáreas. Se ubica una secuencia de gruesas capas arcillosas de colores grises, con intercalaciones de capas delgadas limosas y arenas de grano fino, en la cual se pueden encontrar capas intercaladas con restos vegetales o carbonáceos y otra secuencia de limolitas y capas lenticulares delgadas de areniscas de grano fino o capas de areniscas de mayor espesor de grano medio, perteneciente a la Formación Mucujún. La alternancia de estas dos secuencias no permite que el comportamiento de esta formación sea homogéneo. En las áreas en donde está aflorando la primera secuencia descrita predomina una arcilla altamente expansiva que, aunque se encuentre en zonas de

suaves pendientes, manifiesta condiciones con tendencia a comportarse muy inestable.



Figura 21. Obsérvese movimientos de masa que pueden afectar la tubería de agua potable (Izquierda). Figura 22. Obsérvese movimientos de masa que pueden afectar la tubería de agua potable. (Derecha) Torres (2024)

Zona crítica 5. Parque Zoológico Chorros de Milla. (ZC-5): En esta zona crítica aflora la Formación Mucujún, con una secuencia alternante de areniscas y limolitas, con características de mediana estabilidad por el grado de fracturamiento que presenta el macizo rocoso, el buzamiento de sus estratos, opuestos a la dirección de las pendientes de las vertientes, favorece un mejor comportamiento geotécnico. En general sus condiciones de fundación tienden a ser malas, dada su moderada a mala resistencia en conjunto, pendientes escarpadas y alto grado de fracturamiento. Por el grado de diaclasamiento de las areniscas y alto grado de meteorización de las

limolitas y lodolitas que le subyacen, se generan procesos de remoción en masa tipo caída de bloques y flujo de material fino.

Los elementos expuestos que se encuentran en esta zona crítica representan 8 hectáreas, no manifiestan afectación de elementos estructurales.



Figura 23. Obsérvese la zona crítica. Torres (2024)

Zona crítica 6. Barrio El Manantial. (ZC-6). En esta zona crítica se muestra la evolución de la quebrada Milla, reflejada a través de la visualización de sus canales y barras, donde la acumulación y arrastre de sedimentos ha favorecido su formación indicando la carga de sedimentos de fondo y en suspensión. Las facies de sedimentos recientes son transportados y depositados por la quebrada Milla, dan aporte clástico a áreas planas longitudinales, constituidos específicamente por mezclas de todos los tamaños granulométricos: peñas, peñones, bloques, gravas, arenas y limos, en su mayoría formados por areniscas, gneises relacionados directamente con las unidades litodémicas (Asociación Sierra Nevada) y unidades litológicas como es la Formación Mucujún. En campo esta área puede observarse en el margen derecho aguas abajo de la microcuenca Milla, donde aflora la Formación Palmarito, la cual consta de una litología conformada por pizarras y filitas color gris plomo, altamente meteorizadas y muy fracturadas. Los deslizamientos compuestos se originan porque las filitas y

pizarras presenta altos niveles de meteorización, su estado físico son rocas meteorizadas duras muy fracturadas, ocurren roturas en cuñas que ligado a la sobresaturación del material en temporadas de lluvia genera la actividad de este movimiento. Son áreas intervenidas para los asentamientos poblacionales.

Los elementos expuestos que se encuentran en esta zona están ubicados en el barrio El Manantial representan 1 hectáreas e indican afectación de elementos estructurales 472 metros (vías, y brocales), afectación de agua potable 277 metros. La afectación corresponde a zonas con daños a procesos erosivos y flujos de detritos.



Izquierda



Derecha

Figura 24. Obsérvese los sectores El Manantial (Izquierda) Figura 25. Loeca que corresponden a la zona crítica 6 (Derecha). Torres (2024)

Según el POU de Mérida, esta zona crítica es considerada como AR-E2 referida al

Área residencial de Acción Especial a consolidar. Comprende sectores de desarrollo espontáneo cuyo uso actual está en concordancia con la organización espacial y funcional propuesta, que por su baja calidad ambiental deficiencia en la dotación de servicios, trazado irregular, crecimiento acelerado y anárquico, hacen necesario la elaboración de un plan especial. POU-Mérida, (2018, p. 25).

Zona crítica 7. Barrio Unión. (ZC-7). En la parte media de la microcuenca se observa litoclastos guijarrosos de filitas pertenecientes a la Formación Palmarito, producto de movimientos de masa tipo caídas de rocas que aportan sedimentos a la microcuenca. Dentro de esta unidad se observan canales activos del Holoceno. La sedimentación relacionada a depósitos aluviales, marcan un amplio desnivel desde sus nacientes hasta la parte media, le dan una dirección prácticamente rectilínea y gran torrencialidad y, por consiguiente, un cauce encajonado, favorecido a su vez por una litología que se adecua a tal geodinámica.

Los elementos expuestos en esta zona se encuentran ubicados en el barrio Unión, expuesto en un área de 1 hectáreas, y revelan afectación de elementos estructurales. Se ubican al pie de laderas inestables, situándose a exposición de daños a procesos geomorfológicos (escorrentía profunda, cárcavas y deslizamientos rotacionales). El agua potable está expuesta en 72 metros, la vialidad afectada 97 metros. En cuanto al POU de Mérida, también “es considerado como un área residencial de acción especial a consolidar AR-E2” POU-Mérida, (2018, 36).



Figura 26. Se muestra el sector Unión. Torres (2024)

Zona crítica 8. Sector La Calera (ZC-8). Representan depósitos de materiales heterogéneos de consistencia dura (Areniscas) y blanda (lutitas), embebidos en una matriz de suelo limo-areno-arcilloso inconsistente no compactada, por lo general en el sector La Calera. Proviene de los desprendimientos de materiales en las laderas por acción de la gravedad y la tectónica (principalmente por acción de la falla de La Hechicera). En ambas vertientes de la microcuenca quebrada Milla, se observan flujos de detritos secundarios y de aportes al curso de agua principal, dicho material posteriormente será “retrasportado”, convirtiéndose en el flujo de detritos principal, el cual representa la principal amenaza por proceso geomorfológico.

Los cantos se presentan angulosos, permeables y parcialmente inestables por su origen. Por lo general la matriz coluvial, conformada por arenas finas y limos, presenta como parámetros geomecánicos promedios los siguientes valores:

ángulo de fricción (ϕ) = 26-40°; peso unitario (δ): 1,5 – 2,1 g/cm³, cohesión (C): 0 a 0,10 kg/cm², permeabilidad (P): 10⁻⁴ a 10⁻⁷ K (m/s), resistencia a la compresión (σ): 0,1 a 5 Kg/cm². En zonas planas se presenta una moderada propensión a generar procesos de remoción en masas, mientras que en zonas superiores a 40° de pendiente la condición presenta alta propensión, más aún en zonas donde hay intervención antrópica no controlada. INGEOMIN (2012)



Izquierda



Derecha

Figuras 27. Se muestra el depósito de cuña coluvial, el cual sirve de base a la intervención realizada por los sectores de la comunidad La Calera (Izquierda)
Figura 28. Crecimiento urbano en el sector La Calera (Derecha). Torres (2024).

La zona crítica 8, se extiende por 4 hectáreas, exteriorizan la afectación a elementos estructurales. Los sectores se sitúan al frente de los asentamientos no planificados “La Calera”, están expuestos tanto la vialidad 279 metros, agua potable 146 metros y 25 metros de tendido eléctrico. Estos elementos expuestos se ubican en el cauce principal de la quebrada El Conuco, dentro del alcance de crecidas excepcionales, flujos de detritos y avulsión de canal. Según el POU en el año 2018, es considerado ATR.



Figuras 29 Crecimiento anárquico del sector La Calera Torres. (2024).

Zona Crítica 9: Urbanización La Campiña. (ZC-9). La zona crítica 9, forma parte de un abanico de detritos, es producto de diversos eventos por flujo de detritos ocurridos a lo largo del tiempo, lo que indica una continua ocurrencia, esta serie de eventos naturales se convierten en amenaza en la medida que “invadimos” su radio de acción y generando o creando futuros escenarios de riesgo, esto se agrava al determinarse que el flujo de detritos es el proceso geomorfológico más dañino, debido a su rapidez y torrencialidad. Bajo esta perspectiva, los sedimentos clásticos se depositan en los distintos drenes de la microcuenca para ser “retrasportados” mediante otro tipo de proceso geomorfológico, tales como los flujos de detritos y definidos como:

un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (Índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada...incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos, GEMMA, (2007, p. 82).

Esta zona se ubica en el tramo vial principal y urbanización La Campiña, posee un área de exposición de 1 hectáreas, muestran posibles afectaciones a elementos estructurales en un 1 % del área total. Los elementos expuestos pueden ser

perturbados por procesos geomorfológicos en las laderas inestables (erosión en cárcavas, socavación basal y deslizamientos compuestos), además de procesos hidrogeomorfológicos (procesos desborde de canal y potencial descarga de sedimentos) siendo vulnerables a crecidas excepcionales. Esta zona crítica está condicionada para uso urbano. La vialidad en un 514 metro de afectación, agua potable 818 metros, postes eléctricos 11 y 25 metros de tendido eléctrico.

Esta zona también es considerada como AR-E2, según el POU (2018) se cita que:

El AR-E2 significa un Área Residencial de acción especial a consolidar (AR-E2). Comprende sectores de desarrollo espontáneo cuyo uso actual está en concordancia con la organización espacial u funcional propuesta, que, por su baja calidad ambiental, deficiencia en la dotación de servicios, trazado irregular, crecimiento acelerado y anárquico, hace necesario la elaboración de un plan especial POU-Mérida, (2018, p. 95).



Izquierda



Derecha

Figura 30. La imagen muestra El sector La Campiña (Izquierda) Figura 31. El estado del cauce de la microcuenca Milla (Derecha). Torres (2024)

Zona crítica 10. Intersección entrada barrio El Amparo, barrio La Providencia y urbanización Santa María, frente al comedor de la Universidad de Los Andes (ZC-10): Los estudios geomecánicos realizados por Geotoposervice (calicata CAC, 2010), manifiestan que está caracterizada por la presencia de un limo de baja plasticidad ML con raíces (capa vegetal) desde la superficie hasta 0,50 m de profundidad (Zona IA), una grava arcillosa-limosa GC-GM desde 0,5 m hasta 0,9 m de profundidad, y un limo de plasticidad baja ML hasta 1,8 m de profundidad que define la parte superior de la Zona IB. La plasticidad de las muestras limosas se encuentra por encima de 40%, por lo cual se considera que ésta posee una plasticidad media, aunque para la clasificación SUCS, la definición sea de baja plasticidad. La humedad en la muestra limosa más profunda es bastante baja con respecto a muestras más superficiales, los pesos unitarios secos varían entre 1,80 – 2,15 gr/cm³ para los limos y 2,23 gr/cm³ para la grava arcillosa limosa. La resistencia a la compresión no confinada que varía entre 4,08 – 4,38 kg/cm² para los limos y es mayor a 4,5 kg/cm² para la grava, dicha tendencia se mantiene en la resistencia al corte con valores entre 0.58 -1.85 kg/cm² para los limos y 0.16 kg/cm² para la grava intermedia. Esta calicata está ubicada en una zona de incidencia tectónica importante con la presencia de la falla La Hechicera hacia el norte.

Los elementos expuestos en esta zona presentan un área de exposición de 1 hectáreas, indican afectación tanto a elementos corporales como elementos estructurales en un 20 % del área total. Se ubican en áreas cercanas al canal fluvial. Los elementos a exposición de daños por procesos de erosión lateral, socavamiento basal y flujos de detritos afectan directamente al agua potable 396 metros, la vialidad corresponde a 514 metros, postes eléctricos 7, además de 217 metros de tendido eléctrico.



Izquierda

Derecha

Figura 32. Se muestra el sector El Amparo. (Izquierda) Figura 33. Se muestra el sector El Amparo. (Derecha) Torres (2024)

Zona crítica 11: Barrio Andrés Eloy Blanco I, II (ZC-11). Los depósitos localizados en el sector Andrés Eloy Blanco (coordenadas UTM N 952499; E 264650), presentan litoclastos de granitos y areniscas, que marcan dos episodios distintivos. La litofacies presente está representada por clastos subredondeados a subangulares y de baja esfericidad, totalmente desorganizado, dispersos en el seno de una matriz predominantemente areno guijarrosa, de color gris y con un espesor de 3,6

m, el cual varía verticalmente a litoclastos tipo cantos, bloques y guijarros subangulosos en matriz areno guijarrosa, cuyo espesor es de 1,6m. Lateralmente se localiza otro perfil (Parque de la Isla) con litología variada, en la que repite una buena redondez en sedimentos tipo bloques. Los granos constituyentes de gneis y areniscas relacionan la sedimentación con Asociación Sierra Nevada, y la Formación Mucujún. En cuanto a la distancia de las fuentes principales, se evidencia largos transportes que causen una alta redondez bajo una energía considerable y rápida depositación que limita a los finos a ubicarse entre los bloques.

Conservan un área de exposición de 1 hectárea, indican afectación de elementos estructurales en un 12% del área total. Se disponen de taludes inestables, emplazándose a exposición de daños por procesos geomorfológicos (socavación basal, desborde de canal, erosión lateral y flujos de detritos). En el caso de la vialidad los resultados obtenidos revelan un 0,299 km correspondiente a 2%, y la exposición de 20 viviendas que corresponden al 7 %. Barrió Andrés Eloy ubicado, posee un área de exposición de 5 hectáreas, indican afectación tanto a elementos estructurales en un 4 % del área total. Se ubican en sedimentación aluvial inestables, emplazándose a exposición de daños por procesos geomorfológicos (reptación, deslizamientos inactivos, deslizamientos compuestos y en menor proporción caída de rocas y procesos erosivos en forma de cárcavas y surcos), aquí la inestabilidad de la ladera se intensifica por la intervención antrópica.

En cuanto a los elementos expuestos están el agua potable el cual posee un área de exposición en una 1 hectárea, la vialidad 75 metros, 2 postes eléctricos (7%), tendido eléctrico 22, agua potable 266 metros (Figura 48 y 49). Según el POU es considerado como áreas residenciales, (AR-4) desarrollos de multifamiliares... densidad bruta máxima de 300 hab/ha.



Figura 34. Se muestra la afectación de viviendas por procesos erosivos y crecida de la microcuenca Milla (Izquierda). Figura 35. Se muestra la afectación de viviendas por procesos erosivos y crecida de la microcuenca Milla (Derecha) Torres (2024)

Zona crítica 12: Intersección barrio Andrés Eloy Blanco y La Vega de la Isla (ZC-12). La geología de la zona crítica, está conformada por sedimentos granulares transportados y depositados por las quebradas, relleno de valles longitudinales y transversales, formando parte de la llanura de desborde. Están compuestos por mezclas de todos los tamaños granulométricos: bloques, gravas, arenas y limos, provenientes de las formaciones aguas arriba que varían de acuerdo con la dinámica, morfología fluvial y grado de transporte. Por lo general constan de sedimentos tipo bloques angulosos a subredondeados constituidos principalmente

por: areniscas y ocasionales gneises, también gravas, arenas y sedimentos finos en las zonas de baja energía depositacional.

En cuanto a la geomecánica, son considerados como material granular, muy permeable, no cohesivo, con una densidad relativa de medianamente densa a densa moderada capacidad de carga, materiales por lo general poco compactos. Estos materiales son sometidos a escurrimiento concentrado y socavación basal. Las márgenes y zonas bajas están expuestas a eventos periódicos de desborde (abanicos y conos de deyección). Estos materiales en suspensión son los responsables de los flujos de detritos y aludes torrenciales aguas abajo, son materiales poco consolidados.

Los elementos expuestos sobre esta zona están ubicados en el sector Andrés Eloy Blanco II y Sector La Vega de la Isla, posee un área de exposición de 1 hectárea, indican afectación agua potable 36 metros, vialidad en 65 metros, postes eléctricos 2, tendido eléctrico con una afectación de 72 metros.

Esta zona crítica es (Parque de la Isla) considerada como Áreas de Protección Integral (AR-2).

Están incluidas como espacios protectores del área metropolitana, sin intervenciones o escasamente intervenidos con fuertes restricciones de pendientes y condiciones geológicas, basada en el artículo 99 de la reforma de la ordenanza del lineamiento de uso de suelo referido a la poligonal urbana del municipio Libertador del estado Mérida y Áreas de desarrollo de multifamiliares (AR-4), con una densidad bruta máxima de 300 hab/ha POU-Mérida, (2018, p.84).



Izquierda



Derecha

Figura 36. Depósitos localizados en la Vega de la Isla. Figura 37. Depósitos localizados en la Vega de la Isla. Torres (2024)

Tabla 15. Zonas críticas en la microcuenca de la quebrada Milla.

NOMENCLATURA A (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA
A1	ZC-01	Extensión: 16 hectáreas. Formación: Mucujún Litología: areniscas macizas interestratificadas con limolitas y ocasionales lutitas. Estado físico: roca meteorizada dura fracturada por lo general es de meteorizado a muy meteorizado. Características geotécnicas: moderado grado de fracturamiento cuya frecuencia promedio oscila entre 4 y 6 diaclasas por m², aberturas entre 0,1 mm y 1 mm, rellenos de limo, arena fina y arcillas, superficies ligeramente rugosas con persistencia entre 0,5 m a 1 m, moderada calidad geotécnica, obteniéndose valores promedios de RMR=50 y GSI=45 Pendiente: escarpada a Muy inclinado). Procesos geomorfológicos: caídas de rocas, avalancha de rocas, y flujo de suelo presentándose en rocas detríticas de grano fino (limolitas, arcillitas, lodolitas). En términos de movimientos en masa presenta una condición de moderada a alta propensión por grado de fracturamiento de material rocoso y socavación del nivel base de la limolita, especialmente cuando se realizan acciones antrópicas como cortes para taludes sin medidas de mitigación respectivas. Uso del suelo: ABRAE.	En esta zona se localiza la formación Mucujún, con rocas fracturadas y escarpadas pendientes una condición de moderada a alta propensión por grado de fracturamiento de material rocoso y socavación del nivel base de la limolita, especialmente cuando se realizan acciones antrópicas como cortes para taludes sin medidas de mitigación respectivas. Movimientos en mas tipo caídas de rocas, y flujo de detritos en crecidas de la microcuenca.	
			La zona critica se extiende sobre 16 hectáreas y se presenta movimientos en masa tipo caída de rocas.	

Reconocimiento

Tabla 15. (Cont.)

NOMENCLATURA A (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA
A2	ZC-02	Extensión: 1 hectáreas, representa la exposición de caminerías turísticas cementadas. Formación: Mucujun Litología: areniscas macizas interestratificadas con limolitas y ocasionales lutitas. Estado físico: roca meteorizada dura fracturada por lo general es de meteorizado a muy meteorizado. Características geotécnicas: moderado grado de fracturamiento cuya frecuencia promedio oscila entre 4 y 6 diaclasas por m², aberturas entre 0,1 mm y 1 mm, rellenos de limo, arena fina y arcillas, superficies ligeramente rugosas con persistencia entre 0,5 m a 1 m, moderada calidad geotécnica, obteniéndose valores promedios de RMR=50 y GSI=45 Pendiente: escarpada e inclinada. Procesos geomorfológicos: caídas de rocas, avalancha de rocas, y flujo de suelo presentándose en rocas detriticas de grano fino (limolitas, arcillitas, lodolitas). En términos de movimientos en masa presenta una condición de moderada a alta propensión por grado de fracturamiento de material rocoso y socavación del nivel base de la limolita, especialmente cuando se realizan acciones antrópicas como cortes para taludes sin medidas de mitigación respectivas. Observaciones: Actualmente en el cauce fluvial es notable la presencia de tallos, árboles y bloques que obturan el canal principal, elementos de importancia al evaluar posibles zonas de represamiento o áreas donde hay obstrucción o cierre parcial del cauce. Dichas áreas se encuentran expuestas tanto a procesos geomorfológicos de laderas inestables como a crecidas excepcionales al pie de la ladera. Uso del suelo: ABRAE.	Actualmente en el cauce fluvial es notable la presencia de tallos, árboles y bloques que obturan el canal principal, elementos de importancia al evaluar posibles zonas de represamiento o áreas donde hay obstrucción o cierre parcial del cauce. Dichas áreas se encuentran expuestas tanto a procesos geomorfológicos de laderas inestables como a crecidas excepcionales al pie de la ladera. La poca formación de suelo residual, condiciona la ocurrencia de movimientos en masa (caída de rocas), la exposición de caminerías turísticas cementadas, también se observan procesos erosivos relacionados a socavación lateral. La zona critica ocupa a una superficie de 1 hectárea.	

Reconocimiento

Tabla 15. (Cont.)

NOMENCLATURA A (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA
A3	ZC-03	Extensión: 1 hectáreas de potencial afectación. Litología: depósitos sedimentarios relacionadas con acumulaciones fluviales y aluviales. Procesos geomorfológicos: erosión en cárcavas, socavación basal y deslizamientos compuestos además de procesos hidro geomorfológicos (procesos de avulsión, desborde de canal y descarga de sedimentos) siendo vulnerables a crecidas excepcionales. Uso del suelo: AR-E2. <i>Observaciones</i> Comprende sectores en desarrollo espontáneo cuyo uso actual está en concordancia con la organización espacial y funcional propuesta, que, por su baja calidad ambiental, deficiencia en la dotación de servicios, trazado irregular, crecimiento acelerado y anárquico, hacen necesario la elaboración de un plan especial.	Geológicamente está conformada por depósitos sedimentarios que tienden a ser superficies planas relacionadas con acumulaciones fluviales y aluviales, forman parte de abanicos aluviales longitudinales a los afluentes que le dieron orígenes, presentan condiciones topográficas de importancia para el crecimiento y asentamiento de núcleos urbanos (AR-2).	
A4	ZC-04	Extensión: 8 hectáreas Formación: Formación Mucujún Litología: secuencia de gruesas capas arcillosas de colores grises, con intercalaciones de capas delgadas limosas y arenas de grano fino, en la cual se pueden encontrar capas intercaladas con restos vegetales o carbonáceos y otra secuencia de limolitas y capas lenticulares delgadas de areniscas de grano fino o capas de areniscas de mayor espesor de grano medio. Procesos geomorfológicos: caída de rocas, avalanchas de rocas, avalanchas de rocas inactivas. Uso del suelo: ABRAE Observaciones: según análisis DRX predomina arcilla expansiva del tipo 2:1 factor determinante en la ocurrencia de procesos hidrogeomorfológicos.	Ocupa un área de exposición de 8 hectáreas. Se ubica una secuencia de la Formación Mucujún con alternancia de estas dos secuencias alternantes de limolitas y arenas finas. Movimientos de masa tipo caída de rocas.	

Reconocimiento

Tabla 15. (Cont.)

NOMENCLATURA A (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA
A5	ZC-05	Extensión: 8 hectáreas. Formación: Mucujún Litología: secuencia alternante de areniscas y limolitas, con características de mediana estabilidad por el grado de fracturamiento que presenta el macizo rocoso, el buzamiento de sus estratos, opuestos a la dirección de las pendientes de las vertientes Características geotécnicas: En general sus condiciones de fundación tienden a ser malas, dada su moderada a mala resistencia, alto grado de fracturamiento y alto grado de meteorización. Pendientes escarpadas. procesos geomorfológicos: tipo caída de bloques y flujo de material fino. Uso del suelo: ABRAE.	En esta zona critica aflora la Formación Mucujún, con una secuencia alternante de areniscas y limolitas, con características de mediana estabilidad por el grado de fracturamiento que presenta el macizo rocoso, el buzamiento de sus estratos, opuestos a la dirección de las pendientes de las vertientes, los movimientos en masa localizados son la caída de rocas.	

Reconocimiento

Tabla 15. (Cont.).

NOMENCLATURA A (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA
A6	ZC-06	Litología: Sedimentos cuaternarios. Las facies de sedimentos recientes transportados y depositados por la quebrada Milla, dan aporte clástico constituidos específicamente por mezclas de todos los tamaños granulométricos: peñas, peñones, bloques, gravas, arenas y limos, en su mayoría formados por areniscas, gneises relacionados directamente con las unidades litodémicas (Asociación Sierra Nevada) y unidades litológicas como es la Formación Mucujún a margen derecho aguas abajo de la microcuenca de la quebrada Milla, se observa la Formación Palmarito, la cual consta de una litología conformada por pizarras y filitas color gris plomo, altamente meteorizadas y muy fracturadas Procesos geomorfológicos: deslizamiento compuestos. Estado físico: altos niveles de meteorización, su estado físico son rocas meteorizadas duras muy fracturadas. Uso del suelo: AR-E2 Observaciones: se muestra la evolución de la quebrada Milla, a través de la visualización de sus canales y barras, donde la acumulación y arrastre de sedimentos ha favorecido su formación indicando la carga de sedimentos de fondo y en suspensión	Las facies de sedimentos recientes son transportados y depositados por la quebrada Milla, dan aporte clástico a áreas planas longitudinales, constituidos específicamente por mezclas de todos los tamaños granulométricos: peñas, peñones, bloques, gravas, arenas y limos, en su mayoría formados por cantos de areniscas, gneises relacionados directamente con las unidades litodémicas (Asociación Sierra Nevada) y unidades litológicas como es la Formación Mucujún. En levantamiento de campo a margen derecho aguas abajo de la microcuenca Milla, se observa la Formación Palmarito, la cual consta de una litología conformada por pizarras y filitas color gris plomo. Se observan procesos erosivos que afectan las obras civiles y en lluvias torrenciales se han dado los flujos de detritos.	

Reconocimiento

Tabla 15. (Cont.)

NOMENCLATURA A (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA
A7	ZC-07	Extensión: 1 hectárea Depósitos aluviales en microcuenca baja Formación Palmarito microcuenca media Procesos: escorrentía profunda, cárcavas y deslizamientos rotacionales al pie de laderas inestables de la formación Palmarito. Uso del suelo: AR-E2 Observaciones: La sedimentación relacionada a depósitos aluviales, marcan un amplio desnivel desde sus nacientes hasta la parte media, le dan una dirección prácticamente rectilínea y gran torrencialidad. En la parte media de la microcuenca se observan litoclastos guijarrosos de filitas pertenecientes a la Formación Palmarito, producto de movimientos en masa tipo caídas de rocas que aportan sedimentos a la microcuenca.	La sedimentación relacionada a depósitos aluviales, marcan un amplio desnivel desde sus nacientes hasta la parte media, le dan una dirección prácticamente rectilínea y gran torrencialidad y, por consiguiente, un cauce encajonado, favorecido a su vez por una litología que se adecua a tal geodinámica.	

Reconocimiento

Tabla 15. (Cont.)

NOMENCLATURA A (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA
A8	ZC-08	Extensión: extiende por 4 hectáreas. Unidad: Depósitos coluviales. Litología: Representan depósitos de materiales heterogéneos de consistencia dura (Areniscas) y blanda (lutitas), embebidos en una matriz de suelo limo-arenoso arcilloso inconsistente no compactada. Características geotécnicas: la matriz coluvial, conformada por arenas finas y limos, presenta como parámetros geomecánicos promedios los siguientes valores: Angulo de fricción (ϕ) = 26-40°, peso unitario (γ): 1,5 – 2,1 g/cm³, cohesión (C): 0 a 0,10 kg/cm², permeabilidad (P): 10⁻⁴ a 10⁻⁷ K (m/s), resistencia a la compresión (σ_c): 0,1 a 5 Kg/cm². Por condición geomecánica, en zonas planas se presenta una moderada propensión a generar procesos de remoción en masas, mientras que en zonas superiores a 40° de pendiente la condición presenta alta propensión, más aún en zonas donde hay intervención antrópica no controlada. Procesos geomorfológicos: flujos de detritos, caída de roca. Observaciones: En ambas vertientes de la microcuenca de la quebrada Milla, se observan flujos de detritos secundarios y de aportes al curso de agua principal. El flujo de detritos es la principal amenaza por proceso geomorfológico. Los elementos expuestos se ubican en el cauce principal de la quebrada El Conuco, dentro del alcance de crecidas excepcionales y avulsión de canal. Los análisis de DRX realizados en el 2012 a muestras de roca y suelo destacan presencia de arcillas expansivas del tipo 2:1. Uso del suelo: ATR.	El sector La Calera (ZC-8): Según el POU es considerado ATR: Representan depósitos de materiales heterogéneos de consistencia dura (Areniscas) y blanda (lutitas), embebidos en una matriz de suelo limo-arenoso arcilloso inconsistente no compactada, por lo general en el sector La Calera matriz soportada. Proviene de los desprendimientos de materiales en las laderas por acción de la gravedad y la tectónica (principalmente por acción de la falla de La Hechicera).	 

Reconocimiento

Tabla 15. (Cont.)

NOMENCLATURA A (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA
A9	ZC-09	Extensión: se ubica en el tramo vial principal y urbanización La Campiña, posee un área de exposición de 1 hectárea. Uso del suelo: AR-E2 . Unidad geológica: depósitos aluviales Procesos geomorfológicos: zona de flujo de detritos. Observaciones: Los elementos expuestos pueden ser perturbados por procesos geomorfológicos en las laderas inestables (erosión en cárcavas, socavación basal y deslizamientos compuestos), además de procesos hidrogeomorfológicos (procesos desborde de canal y potencial descarga de sedimentos) siendo vulnerables a crecidas excepcionales.	Se considera como un abanico de detritos, es producto de diversos eventos por flujo de detritos ocurridos a lo largo del tiempo, lo que indica una continua ocurrencia, esta serie de eventos naturales se convierten en amenaza en la medida que "invadimos" su radio de acción.	

Reconocimiento

Tabla 15. (Cont.)

NOMENCLATURA A (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA
A10	ZC-10	Extensión: Posee un área de exposición de 1 hectárea. Uso del suelo: AR-3 . Unidad geológica: depósitos aluviales Procesos geomorfológicos: zona de flujo de detritos, erosión lateral, socavamiento lateral, basal. Descripción geotécnica: Los estudios geomecánicos realizados por Geotoposervice (calicata CAC, 2010), manifiestan que está caracterizada por la presencia de un limo de baja plasticidad ML con raíces (capa vegetal) desde la superficie hasta 0.50 m de profundidad (Zona IA), una grava arcillosa-limosa GC-GM desde 0.5 m hasta 0.9 m de profundidad, y un limo de plasticidad baja ML hasta 1.8 m de profundidad que define la parte superior de la Zona IB. La plasticidad de las muestras limosas se encuentra por encima de 40%, por lo cual se considera que ésta posee una plasticidad media, la resistencia al corte con valores entre 0.58 -1.85 Kg/cm² para los limos y 0.16 Kg/cm² para la grava intermedia. Esta calicata está ubicada en una zona de incidencia tectónica importante con la presencia de la falla La Hechicera hacia el norte. Observaciones: afectación tanto a elementos corporales como elementos estructurales en un 20 % del área total. Se ubican en áreas cercanas al canal fluvial. Presencia de Suelos limoarcillosos y gravas limosas que condicionan la estabilidad del terreno.	Suelos gravo arcillo limosos de baja plasticidad ML con raíces (capa vegetal). La plasticidad de las muestras limosas se encuentra por encima de 40%, . La humedad en la muestra limosa más profunda es bastante baja con respecto a muestras más superficiales.. La resistencia a la compresión no confinada que varía entre 4.08 - 4.38 Kg/cm² para los limos y es mayor a 4.5 Kg/cm² para la grava. Los movimientos de masa esta relacionados con flujos de detritos.	

Reconocimiento

Tabla 15. (Cont.)

NOMENCLATURA A (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA
A11	ZC-11	Extensión: Posee un área de exposición de 1 hectárea. Unidad geológica: depósitos aluviales. Procesos geomorfológicos: zona de flujo de detritos, erosión lateral, socavamiento lateral, basal. Uso del suelo: AR-3. Procesos geomorfológicos: zona de flujo de detritos, erosión lateral, socavamiento lateral, basal. Observaciones: En descripciones elaboradas a dos depósitos ubicados en el sector Andrés Eloy Blanco y otro en el parque La Isla mencionan dos litofacies distintas indicando que los granos constituyentes de gneis y areniscas relacionan la sedimentación con Asociación Sierra Nevada, y la Formación Mucujún, clastos subredondeados a subangulares y de baja esfericidad, totalmente desorganizado, dispersos en el seno de una matriz predominantemente areno guijarrosa. En cuanto a la distancia de las fuentes principales, se evidencia largos transportes que causen una alta redondez bajo una energía considerable y rápida depositación que limita a los finos a ubicarse entre los bloques.	Sedimentación aluvial con litoclastos de granitos y areniscas, que marcan dos episodios distintivos. La litofacies presente está representada por clastos subredondeados a subangulares y de baja esfericidad, totalmente desorganizado. Esta zona crítica se ha visto afectada por flujos de detritos.	

Reconocimiento

Tabla 15. (Cont.)

NOMENCLATURA A (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA
A12	ZC-12	Extensión: Posee un área de exposición de 1 hectárea. La geología de la zona crítica 12, está conformada por sedimentos granulares transportados y depositados por las quebradas, rellenando valles longitudinales y transversales, formando parte de la llanura de desborde. Están compuestos por mezclas de todos los tamaños granulométricos: bloques, gravas, arenas y limos, provenientes de las formaciones aguas arriba que varían de acuerdo a la dinámica, morfología fluvial y grado de transporte. Por lo general constan de sedimentos tipo bloques angulosos a subredondeados constituidos principalmente por: areniscas y ocasionales gneises, también gravas, arenas y sedimentos finos en las zonas de baja energía deposicional. Es considerado material granular, muy permeable, no cohesivo, con una densidad relativa de medianamente densa a densa. Moderada capacidad de carga, materiales por lo general poco compactos. Estos materiales son sometidos a escurrimiento concentrado y socavación basal. Las márgenes y zonas bajas están expuestas a eventos periódicos de desborde Uso del suelo: AR-2	Sedimentos granulares transportados y depositados por la quebrada Milla, rellenando valles longitudinales y transversales, formando parte de la llanura de desborde.	 

Nota. Torres (2024)

Reconocimiento

Identificación de los elementos expuestos en la microcuenca de la quebrada Milla.

En el siguiente apartado se cuantifica los elementos que se encuentran dentro del radio de acción de una zona crítica considerándose los elementos que pudieran sufrir daño, perjuicio o perturbaciones ante la ocurrencia de un evento extremo.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado estos elementos en el área de estudio se clasifican como:

1. Las construcciones según su uso consideradas como: tipo 1 (tapia pisada o adobe), tipo 2 (bloque, ladrillo, piedra, concreto), tipo 3 (guadua, zinc o bahareque).
2. En las vías se tomó la afectación física por el fenómeno obstrucción de la vía, daños a la calzada, ruptura parcial o total, socavación lateral.
3. Las redes catalogadas como postes de alta, media y baja tensión.

Modos y niveles de daños de los elementos expuestos: Nota. Guía del Servicio Geológico Colombiano, SGC. INGEOMINAS, (2015, p. 67).

Construcciones. Daños ligeros no estructurales, como roturas de puertas y ventanas, daños de muebles y enseres por presencia de lodo, o por avulsión o desborde de canal.

Daños de carácter importante por fisura o rotura de elementos, como muros e incluso vigas. Se compromete la estabilidad de la edificación y se recomienda su evacuación.

Derrumbe parcial o total de la estructura; depositación de material con alturas superiores a un metro, que obliga al abandono de la edificación.

Vías. Depositación de material sobre la calzada de altura baja a moderada (30-70cm), que genera obstrucción y plantea la necesidad de intervención de maquinaria para su rehabilitación.

II. Depositación de material sobre la calzada, de altura media a alta (>70cm) que genera obstrucción y requiere ardua labor de limpieza.

III. Ruptura de la calzada por afectación de su estructura base, debido a erosión basal o socavación lateral.

Líneas. Caída de la estructura de soporte (poste) que genera ruptura de la línea y corte de servicio.

Conducciones. Ruptura de elementos (tubería), que genera interrupción del servicio.

En las Figuras 53 y 54, los resultados obtenidos indican que el nivel de afectación abarca 48 hectáreas, donde pueden afectarse 283 viviendas unifamiliares y 1 multifamiliar debido a daños ligeros referidos a procesos geomorfológicos (deslizamientos compuestos, deslizamientos rotacionales, caídas de rocas, avulsión de canal, flujos de detritos o socavación lateral), 22 postes pueden presentar caída de la estructura de soporte. Por su parte, la vialidad presenta 2227 metros de afectación, en el cual pueden existir depositación de material, que genere eventualmente obstrucción o ruptura de la calzada por eventos lluvias extremas y movimientos de masa tipo flujos de detritos.

Mientras que, el agua potable y el tendido eléctrico manifiestan afectación en menor proporción (agua potable: 2298 metros y tendido eléctrico: 2227 metros), en referencia al restante de elementos expuestos. En el Tabla 15, se observa que las zonas críticas ZC9, ZC10, ZC6 y ZC3, presentan mayor propensión a la inestabilidad, por lo que se obtienen picos máximos en cuanto a la exposición a los movimientos de masa y una posible afectación. Según el uso, las estructuras de mayor exposición (unifamiliares), se ubican en la zona crítica ZC12, ZC11, ZC6 y ZC8.

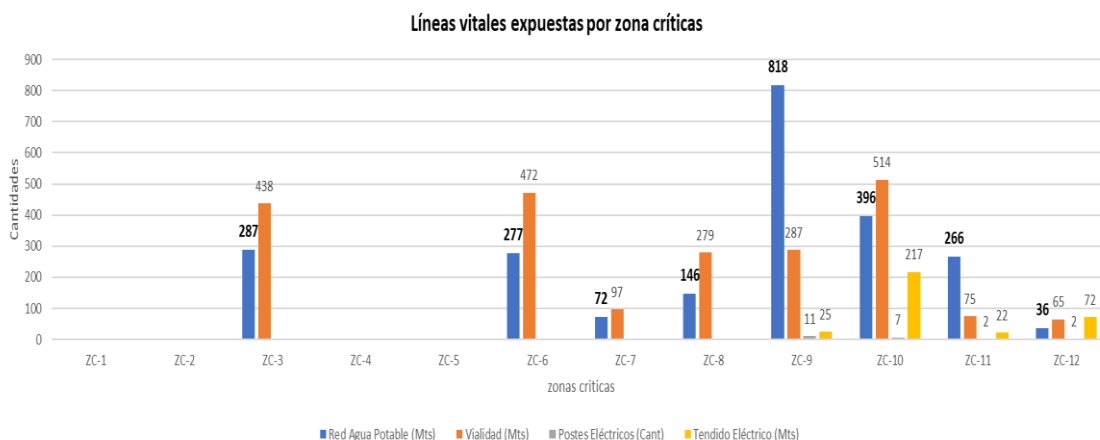


Figura 39. Afectación de elementos expuestos por zona crítica. Torres (2024)

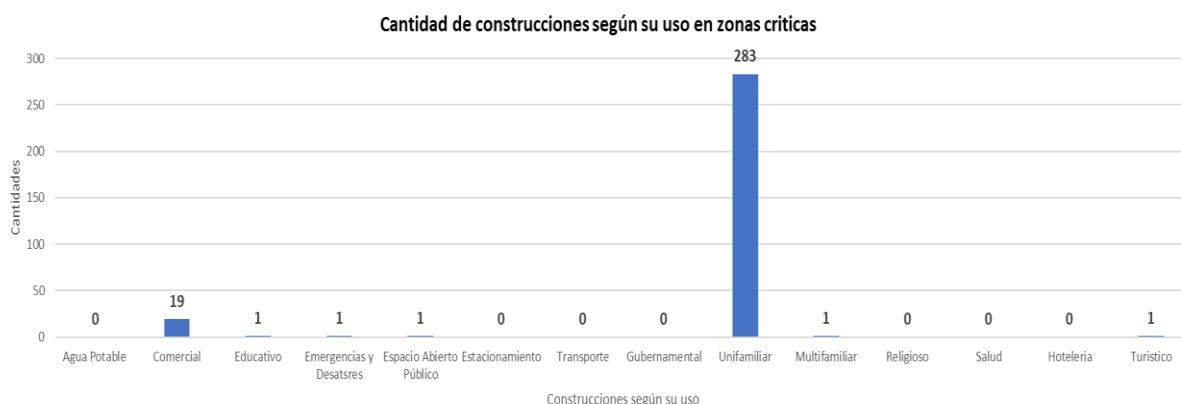


Figura 40. Afectación de elementos expuestos por zona crítica. Torres (2024)

En la Tabla 16, se observa que en referencia a las estructuras una afectación de 307 estructuras en su totalidad, existe un máximo de afectación en las zonas críticas ZC-11, ZC12, ZC8 y ZC10-15 con valores estimados de 84, 51,38 y 32 estructuras, en el total general 88022 metros cuadrados; considerando que las áreas de afectación por usos del suelo la zona crítica 12 presenta un área de afectación de 38277m², y la ZC8 un área de afectación de 13925 m².

Todas estas afectaciones inciden sobre laderas que bordean los sectores: Chorros de Milla, La Calera, y San Pedro, el intenso fracturamiento de los afloramientos rocosos, además de la disponibilidad de material coluvial sobre estas vertientes, es la actual condición para que se produzca afectaciones a la comunidades y líneas vitales relacionados a la generación de deslizamientos y caídas de rocas que puede afectar a las estructuras ubicadas al pie de estas ladera y taludes.

Asi mismo, el fondo de valle, abanicos aluviales y sedimentacion de terraza se deben considerar como zonas de riesgo recurrente, donde existe la posibilidad de que la población o sus medios sufran daños en forma periódica, como consecuencia de lluvias intensas y continuas que favorecen las crecidas excepcionales en la microcuenca de la quebrada Milla.

En estas zonas críticas, debe tomarse en cuenta la vulnerabilidad que presenta la población que se asienta en los márgenes del cauce fluvial (Los Chorros de Milla, San Pedro, El Manantial, La Vega de la Isla y Andres Eloy Blanco II), dado que en estos lugares confluyen los flujos de detritos.

Tabla 16. Líneas vitales y estructuras según su uso por zona critica.

Zonas Críticas	Área (ha)	Lineas vitales			
		Red agua potable (mts)	Vialidad (mts)	Postes eléctricos (cant)	Tendido eléctrico (cts)
ZC-1	16				
ZC-2	1				
ZC-3	1	287	438		
ZC-4	8				
ZC-5	12				
ZC-6	1	277	472		
ZC-7	1	72	97		
ZC-8	4	146	279		
ZC-9	1	818	287	11	25
ZC-10	1	396	514	7	217
ZC-11	1	266	75	2	22
ZC-12	1	36	65	2	72
TOTAL	48	2298	2227	22	336

Nota. Torres (2024)

Tabla 17. Afectación a elementos expuestos por zona critica

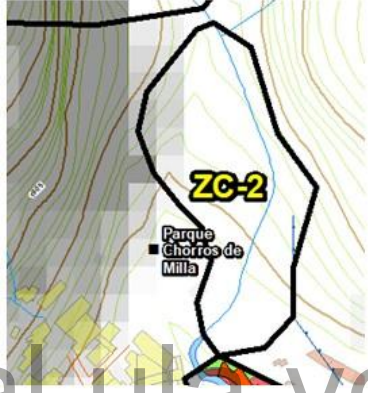
		Construcciones según su uso (Cantidades)													
Zona Crítica	Área (Ha)	Agua potable	Comercial	Educación	Emergencia y desarrollo	Exposición pública	Transporte	Gubernamental	Infamiliar	Multifamiliar	Religiosa	Salud	Recreativa	Turística	TOTAL ESTRUCTURAS
ZC-1	16														0
ZC-2	1														0
ZC-3	1		15		1									1	17
ZC-4	8														0
ZC-5	12														0
ZC-6	1		1	1					25						27
ZC-7	1								18						18
ZC-8	4								51						51
ZC-9	1		1						30	1					32
ZC-10	1		2						34						36
ZC-11	1								34						34
ZC-12	1					1			41						42
TOTAL	48	0	19	1	1	1	0	0	283	1	0	0	0	1	387

Tabla 17 (Cont).

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A1	ZC-01	No se cuantifica afectación a líneas vitales en esta zona critica.		 

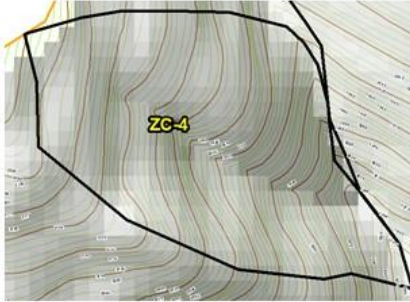
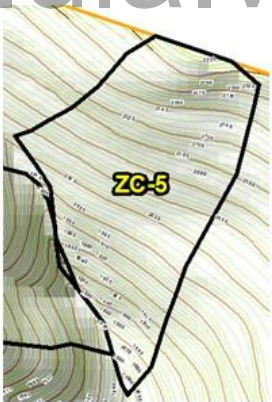
Reconocimiento

Tabla 17 (Cont).

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A2	ZC-02	No se cuantifica afectación a líneas vitales en esta zona crítica.		
A3	ZC-03	Se localizan 17 estructuras expuestas de los cuales 15 son comercios, 1 de atención de emergencias y desastres, 1 de uso turístico, 287 metros de tuberías de agua potable, 438 metros de tramo vial en un área de afectación de 6064 m2.		

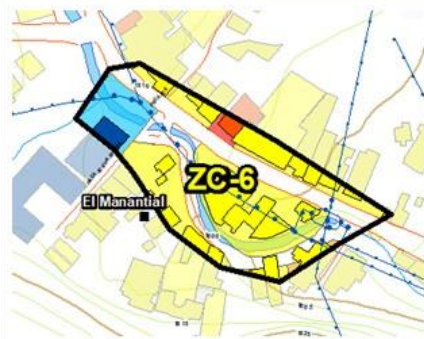
Reconocimiento

Tabla 17 (Cont).

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A4	ZC-04	No se cuantifica afectación a líneas vitales en esta zona crítica.		
A5	ZC-05	No se cuantifica afectación a líneas vitales en esta zona crítica.		

Reconocimiento

Tabla 17 (Cont).

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A6	ZC-06	Se cuantifica 27 estructuras de los cuales 1 es comercio, 1 educativo, 25 de uso unifamiliar con posibilidad de afectación, 277 metros de tuberías de agua potable, 472 metros de tramo vial, cuya área de afectación de uso es de 5701 m2.		
A7	ZC-07	Se cuantifica posibilidad de daños a 18 estructuras de los cuales 18 son de uso unifamiliar, 72 metros de tuberías de agua potable, 97 metros de tramo vial, y un área de afectación de 2984 m2.		

Reconocimiento

Tabla 17 (Cont).

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A8	ZC-08	Se cuantifica la posibilidad de afectación de 51 estructuras de los cuales 51 son de uso unifamiliar, 146 metros de tuberías de agua potable, 279 metros de tramo vial en un área de afectación de 19925 m2.		
A9	ZC-09	Se cuantifica la posibilidad de afectación de 32 estructuras de los cuales 30 son de uso unifamiliar, 1 multifamiliar, 1 comercio, 818 metros de tuberías de agua potable, 287 metros de tramo vial, 11 postes eléctricos, 25 metros de tendido eléctrico en un área de exposición de 7342 m2.		

Reconocimiento

Tabla 17 (Cont).

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A10	ZC-10	Se cuantifica la posibilidad de afectación de 36 estructuras de los cuales 34 son de uso unifamiliar y 2 son de uso comercial, 396 metros de tuberías de agua potable, 514 metros de tramo vial, 7 postes eléctricos, 217 metros de tendido eléctrico en un área de afectación de 7342 m2.		
A11	ZC-11	Se cuantifica 84 estructuras de los cuales 84 son de uso unifamiliar expuestas en un área de posible afectación de 15978 m2, 266 metros de tuberías de agua potable, 75 metros de tramo vial, 2 postes eléctricos, 22 metros de tendido eléctrico y un área de afectación por uso del suelo de 7151 m2.		

Reconocimiento

Tabla 17 (Cont).

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A12	ZC-12	Se cuantifica 42 estructuras expuestas, de los cuales 41 son de uso unifamiliar y 1 espacio abierto en un área de posible afectación de 877 m2, 36 metros de tuberías de agua potable, 65 metros de tramo vial, 2 postes eléctricos, 72 metros de tendido eléctrico y un área de afectación por uso del suelo de 38277 m2.		

Nota. Torres (2024)

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento

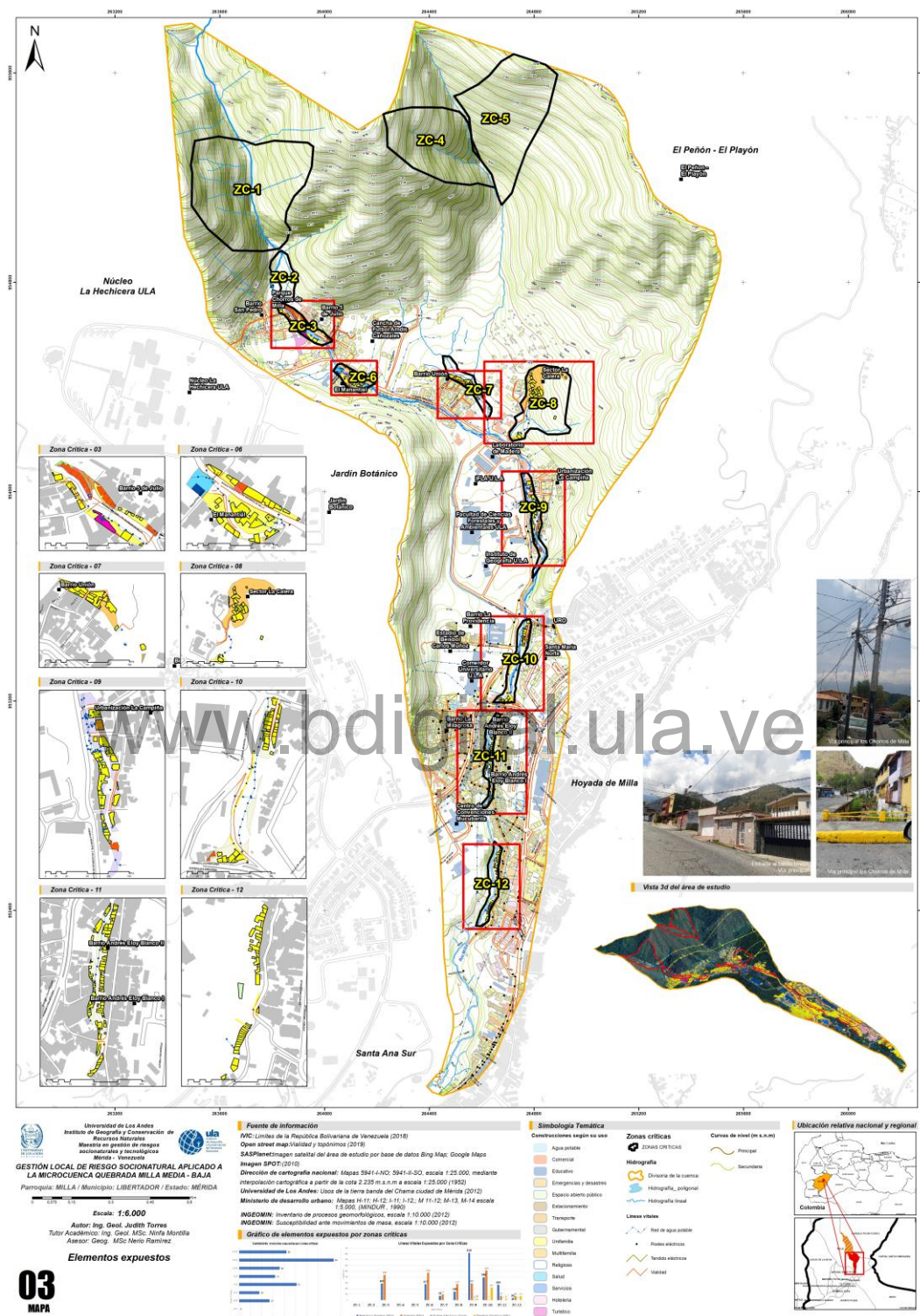


Figura 41. Mapa de elementos expuestos presentes en cada zona crítica del área de estudio a escala 1:6000. (reducción del original). Torres (2024)



ula
Instituto
de Geografía
y Conservación
de Recursos
Naturales

CAPITULO V

ACCIONES PROSPECTIVAS CORRECTIVAS REACTIVAS

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento

CAPÍTULO V

ACCIONES PROSPECTIVAS, CORRECTIVAS Y REACTIVAS

Medidas prospectivas, correctivas y reactivas, implementadas en la microcuenca de la quebrada Milla

Partiendo del concepto de transversalidad en la gestión de riesgos sicionaturales, se cita lo mencionado:

El 9 de enero de 2009 fue publicada en la Gaceta Oficial N.º 39.095 la LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS SOCIONATURALES Y TECNOLÓGICOS, el cual funge como un instrumento que a nivel nacional establece un importante cambio de paradigma en cuanto a la reducción de eventos sicionaturales, por cuanto pasa del ámbito especializado a la visión transversal compartida y a ser parte de la gestión del desarrollo. Liñayo, (2010, p. 26),

En base a ello, se describen una serie de medidas prospectivas, correctivas y reactivas, implementadas en la microcuenca de la quebrada Milla; ello indica la necesidad de contar con nuevas medidas que mitiguen la exposición que presentan las comunidades que hacen vida en la microcuenca de la quebrada Milla, para ello se formula “acciones de prevención comunitaria”, basadas en acciones de divulgación y concientización en el conocimiento de su propio entorno para tener una población convenientemente informada antes de que ocurra un fenómeno extremo. Entre ellas se mencionan:

Formación técnica y práctica en consejos comunales

Las comunidades La Arboleda, San Pedro y la Milagrosa II, forman parte de la microcuenca de la quebrada Milla y describen que existe un exiguo conocimiento

sobre el desborde del canal fluvial, narran sus experiencias sobre movimientos de masa tipo deslizamiento y derrumbes, y todos en conjunto han sentido la actividad de las fallas por lo movimientos sísmicos de baja y mediana intensidad. Estos elementos son lo más cercano que tienen los pobladores de los consejos comunales sobre el tema de gestión de riesgo, lo cual hace difícil el manejo eficiente del tema y realizar las transformaciones necesarias para transitar hacia un nivel superior de resiliencia, para lograr que haya empoderamiento y dominio sobre el tema. Por lo tanto, la capacitación sobre los movimientos de masa aplicados pretende que se comience a disminuir el vacío de conocimiento e información, que existen en las comunidades.

Remoción de sedimentos y limpieza de cauce fluvial como acción para mitigar el riesgo enmarcado en el plan especial, ejecutado a escala nacional para mitigar riesgos potenciales en caso de lluvias

Los consejos comunales manifiestan la extracción de más de 20 toneladas de sedimentos que fueron removidas por cuadrillas y maquinaria de la Gran Misión Barrio Nuevo, Barrio Tricolor, para mitigar riesgos en sectores aledaños al emblemático parque zoológico Chorros de Milla.

Por esta razón, las autoridades describen la acción de prevención y mitigación de riesgos para más de 3.500 habitantes de las comunidades San Pedro, La Calera, barrio Unión y Chorros de Milla (coordinación local de barrio Nuevo y barrio Tricolor). La intervención comprendió la limpieza y saneamiento en el cauce de la quebrada Milla y en el lago artificial, emplazado en el parque zoológico, en ámbito del corredor metropolitano, Albarregas, Los Próceres que pertenecen a la parroquia Milla, en el municipio Libertador de Mérida.

Por lo tanto, el subjefe local manifestó: "Es necesario y obligatorio acometer acciones de conservación y mantenimiento de forma preventiva en quebradas y caños de nuestra entidad", Soto, (2022, 73)

En este sentido se señala, que la limpieza del cuerpo de agua también tributa al mantenimiento del parque Chorros de Milla, uno de los más frecuentados atractivos turísticos del estado Mérida, donde la Corporación de Turismo proyecta la afluencia de unos 180.000 turistas CORMETUR, (2017).

Incorporación del sistema de alerta temprana

Implementado por Protección Civil en las zonas aledañas a la quebrada Milla, municipio Libertador del estado Mérida, esta acción ha fortalecido los mecanismos de prevención de riesgos en las comunidades de la zona norte de la capital andina. Los consejos responsables del monitorio de sistemas de alerta temprana son: El Amparo, Andrés Eloy Blanco I y II y Los Chorros de Milla.

Al respecto, Protección Civil Mérida señala: "Estamos implementando el Sistema de alerta temprana comunitaria que viene impulsando INPRADEM, la comunidad y todas las organizaciones aliadas para mitigar riesgos en el sector Los Chorros de Milla". Este sistema es sencillo, de fácil lectura para la comunidad y lo conforman murales de señalización ubicados en lugares estratégicos de la quebrada Milla. IMPRADEM, 2006, p. 17).

Estas señalizaciones están compuestas por tres columnas. La primera muestra una escala graduada en centímetros que permite medir el nivel del río; la segunda es una escala de colores (azul, amarillo y rojo) que identifican los niveles de riesgo, que van de bajo o normal hasta alto riesgo, nivel éste en que la comunidad debe activar sus mecanismos de protección.

La tercera columna corresponde a un elemento gráfico, que con tres caras representa los niveles de activación humana según la altura de las aguas. La primera tiene una expresión relajada y corresponde al nivel normal del cauce, la segunda muestra un gesto de preocupación e indica a la comunidad que el nivel de las aguas está aumentando, mientras que la tercera cara tiene una expresión de alerta, lo cual indica que el cauce está en su máximo nivel y se debe activar el plan de emergencia comunitario.

En la estructuración del Sistema de alerta temprana participaron grupos voluntarios de rescate y salvamento del sector Los Chorros de Milla, que, luego de un diagnóstico de los riesgos presentes en la comunidad, elaboraron planes de emergencia que comprenden la alerta a las autoridades y el desalojo preventivo de viviendas.

Trabajos de campo en todo el sector, levantamiento de mapas de riesgo y jornadas de divulgación sobre el sistema de alerta temprana con afiches, vallas y foros. En recientes lluvias, la comunidad ha monitoreado de manera efectiva el nivel de las aguas, probando así la efectividad del método. También indicó que la implementación de sistemas de alerta temprana va acompañada de amplias campañas de divulgación que fortalecen la preparación y disposición de las comunidades y las familias ante los riesgos. Según INPRADEM, se mantiene el continuo monitoreo de imágenes satelitales, con las que se actualiza permanentemente el Sistema de Información Geográfica (SIG – Mérida). Esto permite el seguimiento y pronóstico de las precipitaciones, así como la evaluación del comportamiento de las cuencas ante las lluvias y la detección de represamientos.

En este orden de ideas, la Organización Voluntaria Unidad de Respuesta Operativa (URO), explicó que los antecedentes de crecidas del afluente y la falta de preparación de las comunidades motivaron la implementación del sistema de alerta temprana. "Tenemos tres años trabajando en la parte de prevención y alrededor de unas 400 personas del sector han recibido instrucción formación preventiva para guiar sus actuaciones antes, durante y después de una emergencia por lluvias". URO, 2008, p. 54).

Informar a los consejos comunales de los beneficios del manejo del riesgo y problemas ambientales por crecidas en la microcuenca.

IMPRADEM destaca que: "La microcuenca del río Milla tiene un comportamiento hídrico torrencial que en periodos de abundantes precipitaciones puede aumentar su caudal de manera súbita, por tanto, menciona a esta microcuenca como una fuerte amenaza para las comunidades aledañas" Ramírez, (2022, p. 16).

Inserción del tema de gestión integral de riesgos en los programas de formación de carreras universitarias y tecnológicas fue un proyecto que se desarrolló en un seminario como experiencia piloto titulado "Gestión de riesgo en la escuela y la comunidad", el cual fue impartido durante dos semestres en la carrera de Educación básica integral de la facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de Los Andes (ULA). Esta vez con un nuevo enfoque no sólo de preparación y respuesta

como el caso de otras experiencias, sino que también incluía la prevención y mitigación como factor fundamental en el proceso de desarrollo. La primera etapa: estaba concentrada en el docente como actor educativo y eje fundamental para la apropiación del conocimiento en gestión de riesgos y la sostenibilidad de los procesos de enseñanza en los educandos. La segunda etapa: referida a la realización de un diagnóstico de percepción social del riesgo a la comunidad de la microcuenca de la quebrada Milla y a los alumnos y docentes del Liceo Rómulo Betancourt, parroquia Osuna Rodríguez, municipio Libertador del Estado Mérida, como experiencia piloto comparativa en el tema de Gestión de Riesgo en la Escuela y la Comunidad. La tercera etapa: consistió en el diseño, programación y alojamiento de un portal web (www.eduriesgo.org) y CD Multimedia en el tema de Gestión de Riesgos y Educación con información propia del Estado Mérida.

Aplicación de estudios de percepción social de riesgos en las comunidades aledañas a la microcuenca de la quebrada de Milla, junto con los lineamientos para la gestión del riesgo tecnológico urbano en la ciudad de Mérida, este estudio se llevó a cabo en el marco del proyecto de investigación aplicado a la gestión integral de riesgos en espacios urbanos, Misión Ciencia I.

Desarrollo de temas y estudios científicos realizadas por el CIGIR como medidas de gestión en torno a la gestión de riesgos.

Durante el proyecto misión ciencias, participaron distintas instituciones entre ellas el Centro de Investigación para la Gestión de Riesgos, en el cual se acordaron como parte de las medidas de transferencia y socialización, la realización de estudios diagnósticos que involucrara a tesis y pasantes de la Universidad. Los estudios realizados son los mencionados en la tabla 18.

Tabla 18. Estudios científicos aplicados en la microcuenca de la quebrada Milla



**CENTRO DE DOCUMENTACIÓN
INFORMES, TRABAJOS DE GRADO Y
PROYECTOS PARA CONSULTA**

Nº	TÍTULO	AUTOR	INSTITUCIÓN / EDITOR	LUGAR Y FECHA	CANTIDAD	CÓDIGO
1	Reducción de Vulnerabilidad de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales a través de Gestión Comunitaria. Estudio de caso: La Quebrada Milla, Mérida. Informe de Avance Segunda Etapa	Laffaille Jaime, Rincón Juan y Sánchez Carlos	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR) y Fundación para la Prevención de los Riesgos Sísmicos del Estado Mérida (FUNDAPRIS)	Mérida, Venezuela. 2008	1	MILLA 01 (FÍSICA)
2	Reducción de Vulnerabilidad de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales a través de Gestión Comunitaria. Estudio de caso: La Quebrada Milla, Mérida. Informe de Avance Segunda Etapa	Laffaille Jaime, Laffaille Klaudia, Rincón Juan y Sánchez Carlos	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR) y Fundación para la Prevención de los Riesgos Sísmicos del Estado Mérida (FUNDAPRIS)	Mérida, Venezuela. 2008	1	MILLA 02 (FÍSICA)
3	Informe de Actividades correspondientes a La segunda etapa del Proyecto "Reducción de Vulnerabilidad de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales a través de Gestión Comunitaria. Estudio de Caso: La Quebrada de Milla. Mérida"	Laffaille S. Klaudia	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR)	Mérida, Venezuela. Enero-Febrero 2008	1	MILLA 03 (FÍSICA)
4	Informe de Actividades correspondientes a la Tercera Etapa, Primera Parte del Proyecto "Reducción de Vulnerabilidad de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales a través de Gestión Comunitaria. Estudio de Caso: La Quebrada de Milla. Mérida"	Laffaille S. Klaudia	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR)	Mérida, Venezuela. Febrero 2008	1	MILLA 04 (FÍSICA)
5	Informe de Actividades correspondientes a la Tercera Etapa del Proyecto "Reducción de Vulnerabilidad de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales a través de Gestión Comunitaria. Estudio de Caso: La Quebrada de Milla. Mérida"	Laffaille S. Klaudia	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR)	Mérida, Venezuela. Marzo 2008	2	MILLA 05 (FÍSICA)
6	Informe de Actividades correspondientes a la Tercera Etapa, Tercera Fase del Proyecto "Reducción de Vulnerabilidad de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales a través de Gestión Comunitaria. Estudio de Caso: La Quebrada de Milla. Mérida"	Laffaille S. Klaudia	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR)	Mérida, Venezuela. Abril 2008	1	MILLA 06 (FÍSICA)

Tabla 18. (Cont.)

**INFORMES, TRABAJOS DE GRADO Y
PROYECTOS PARA CONSULTA**

Nº	TÍTULO	AUTOR	INSTITUCIÓN / EDITOR	LUGAR Y FECHA	CANTIDAD	CÓDIGO
1	Reducción de Vulnerabilidad de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales a través de Gestión Comunitaria. Estudio de caso: La Quebrada Milla, Mérida. Informe de Avance Segunda Etapa	Laffaille Jaime, Rincón Juan y Sánchez Carlos	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR) y Fundación para la Prevención de los Riesgos Sísmicos del Estado Mérida (FUNDAPRIS)	Mérida, Venezuela. 2008	1	MILLA 01 (FÍSICA)
2	Reducción de Vulnerabilidad de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales a través de Gestión Comunitaria. Estudio de caso: La Quebrada Milla, Mérida. Informe de Avance Segunda Etapa	Laffaille Jaime, Laffaille Klaudia, Rincón Juan y Sánchez Carlos	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR) y Fundación para la Prevención de los Riesgos Sísmicos del Estado Mérida (FUNDAPRIS)	Mérida, Venezuela. 2008	1	MILLA 02 (FÍSICA)
3	Informe de Actividades correspondientes a La segunda etapa del Proyecto "Reducción de Vulnerabilidad de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales a través de Gestión Comunitaria. Estudio de Caso: La Quebrada de Milla. Mérida"	Laffaille S. Klaudia	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR)	Mérida, Venezuela. Enero-Febrero 2008	1	MILLA 03 (FÍSICA)
4	Informe de Actividades correspondientes a la Tercera Etapa. Primera Parte del Proyecto "Reducción de Vulnerabilidad de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales a través de Gestión Comunitaria. Estudio de Caso: La Quebrada de Milla. Mérida"	Laffaille S. Klaudia	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR)	Mérida, Venezuela. Febrero 2008	1	MILLA 04 (FÍSICA)
5	Informe de Actividades correspondientes a la Tercera Etapa del Proyecto "Reducción de Vulnerabilidad de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales a través de Gestión Comunitaria. Estudio de Caso: La Quebrada de Milla. Mérida"	Laffaille S. Klaudia	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR)	Mérida, Venezuela. Marzo 2008	2	MILLA 05 (FÍSICA)
6	Informe de Actividades correspondientes a la Tercera Etapa, Tercera Fase del Proyecto "Reducción de Vulnerabilidad de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales a través de Gestión Comunitaria. Estudio de Caso: La Quebrada de Milla. Mérida"	Laffaille S. Klaudia	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR)	Mérida, Venezuela. Abril 2008	1	MILLA 06 (FÍSICA)

Tabla 18. (Cont.)



**CENTRO DE DOCUMENTACIÓN
INFORMES, TRABAJOS DE GRADO Y
PROYECTOS PARA CONSULTA**

Nº	TÍTULO	AUTOR	INSTITUCIÓN / EDITOR	LUGAR Y FECHA	CANTIDAD	CÓDIGO
12	Estudio de Vulnerabilidad Social de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales Caso de Estudio: Quebrada Milla. Informe de Avance Sector La Calera y Av. Ppal. Chorros de Milla hasta Pasaje 1 La Vega de la Isla	Briceño C. Emmanuel F., Chacón M. Ramón I., Colmenares B. Yeris Y., Rivas P. Roberto A.	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR)	Mérida, Venezuela. Mayo 2008	1	MILLA 12 (SOCIAL)
13	Estudio de Vulnerabilidad Social de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales Caso de Estudio: Quebrada Milla. Informe de Avance Procesamiento de Datos del Sector San Pedro	Briceño C. Emmanuel F., Colmenares B. Yeris Y., Rivas P. Roberto A.	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR)	Mérida, Venezuela. Junio 2008	1	MILLA 13 (SOCIAL)
14	Estudio de Vulnerabilidad Social de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales Caso de Estudio: Quebrada Milla. Informe de Avance. Diagnóstico Social de los Sectores Chorros de Milla Parte Alta; Puente Entrada a La Hechicera; Los Frailes; 5de Julio y Don Rufino	Briceño C. Emmanuel F., Chacón M. Ramón I., Colmenares B. Yeris Y., Rivas P. Roberto A.	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR)	Mérida, Venezuela. Julio 2008	1	MILLA 14 (SOCIAL)
15	Reducción de Vulnerabilidad de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales a través de Gestión Comunitaria. Estudio de caso: La Quebrada Milla. Mérida. Informe de Avance Julio	Rincón Juan y Sánchez Carlos	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR)	Mérida, Venezuela. Julio 2008	1	MILLA 15 (SOCIAL)
16	Estudio de Vulnerabilidad Social de Sectores Urbanos ante Amenazas Naturales Caso de Estudio: Quebrada Milla. Informe de Avance. Diagnóstico Social de los Sectores Eva María, Av. Pprincipal Chorros de Milla (Parte Media), El Conuco, Conjunto Residencial Tatuy y Doeca	Briceño C. Emmanuel F., Chacón M. Ramón I., Colmenares B. Yeris Y., Rivas P. Roberto A.	Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR)	Mérida, Venezuela. Agosto 2008	1	MILLA 16 (SOCIAL)

Nota. Tomado de CIGIR (2010)

En este orden de ideas se sugieren nuevas medidas con el fin de fortalecer las medidas anteriormente implementadas en el área de estudio:

1. Diseño e implementación de obras civiles.

1.1 Construcción de canales y cunetas en taludes: en el caso de las obras civiles que ya existen sobre el talud se deben tomar las precauciones pertinentes; se sugiere implementar de acuerdo a la información aportada por el proyecto, el desarrollo de drenajes para aguas pluviales (canales y cunetas) y la reparación y mantenimiento de tuberías para aguas servidas que han sido afectadas, evitando de

esta forma que el peso asociado a la incorporación de fluidos y las elevadas pendientes, condicionen el comportamiento del talud.

1.2 Construcción de muros de gaviones y de concreto por derrumbes ocurridos en el pasado: Se evidencia que hay viviendas cuyo diseño constructivo no cumplen con los requisitos establecidos en la norma COVENIN.

2. La identificación de las amenazas naturales del sector de Milla en la ciudad de Mérida y la definición de mecanismos de apropiación de la información por parte de la comunidad.

3. Definición de los puntos o sitios más vulnerables en el entorno urbano en estudio y propuesta de medidas de reducción del riesgo asociado, con la participación de la comunidad en el proceso de toma de decisiones y acciones.

4. Generación de soluciones urbanas y arquitectónicas para la mitigación de la vulnerabilidad de la comunidad.

5. Diseño de soluciones físicas orientadas a la reducción de vulnerabilidad.

6. Implementación de un plan de acción explícito en el entorno urbano.

7. Diseño e implementación de diversas formas de información que permitan incluir en el paisaje urbano el “mapa de riesgo” del entorno del sector urbano estudiado.

Medidas prospectivas, correctivas y reactivas a implementar por prioridades

Protección de taludes a través del uso de vegetación: En cuanto a los taludes donde no se presentan capas de vegetación que atenúan los procesos de erosión y meteorización que condicionan el factor de seguridad y facilitan los desplazamientos, se recomienda establecer correctivos que contribuyan a la protección de los taludes ante los diferentes factores a los que están expuestos y que pueden condicionar su comportamiento.

Modelado de comportamiento de taludes en condiciones húmedas y secas: Estos estudios simularan el comportamiento del talud ante la ocurrencia de un sismo, en condiciones saturadas con sismo, seco con sismo para determinar la respuesta

geomecánica del talud. Así mismo, se obtendrá con mayor precisión el nivel freático, así como de los diferentes afluentes que facilitan la incorporación de agua en la terraza, con la finalidad de poder desarrollar modelos más precisos.

Establecer modelos urbanos apropiados para la respuesta ante eventos: El modelo urbano, los criterios y objetivos que se escojan han de buscar, la obtención de una ciudad sostenible social, económica y ambientalmente, reduciendo las disfunciones de la ciudad existente y evitando las disfunciones potenciales en la ciudad de futura construcción. En la microcuenca milla es primordial establecer modelos hidrológicos que indique en gran medida el comportamiento de los datos meteorológicos y láminas máximas de precipitación, que en este caso presentaron una gran limitación, ya que no se disponía de series de datos extensas y continuas

Construcción de muros de contención y reforzamiento de puentes: Cuando hablamos de muros de contención encontramos tres tipos específicos. En primer lugar, el muro de contención de gravedad, este se construye con hormigón simple o mampostería de piedra, dependen de su propio peso y el del suelo que descansa sobre la mampostería para su estabilidad. (este tipo de construcción no es económica para muros). El segundo, el muro de contención de gravedad y muros de contención de semigravedad; estos muros de contención de gravedad se usan para minimizar el tamaño de las secciones se utilizan pequeñas cantidades de acero. Mientras que el muro de semigravedad y muros de contención en voladizo, se refiere a que se construyen con hormigón armado y consisten en un tallo delgado y una losa base; son económicos hasta una altura de aproximadamente 8m.

Por otra parte, los muros de contención en voladizo y muros de contención con contrafuertes son similares a los muros en voladizo. Pero a intervalos regulares tienen losas verticales delgadas de hormigón conocidas como contrafuertes que unen entre sí el muro con la losa de la base. La finalidad de estos contrafuertes es reducir las fuerzas cortantes y los momentos flexionantes. En cuanto al reforzamiento de puentes se requiere la intervención estructural para puentes en servicio con capacidad de carga, esto permitirá aumentar la capacidad basada en los requerimientos actuales y futuros de tráfico, esto es posible por medio del postensado externo.

Para cumplir con esta medida se analizan las estructuras con capacidad de carga diferente, y se diseñan las nuevas estructuras. Aquí es importante determinar la capacidad real del concreto, el porcentaje de fuerza que se podría aplicar a la estructura y revisar que esta fuerza anule los esfuerzos de tensión producidos por la carga viva adicional, al tener un equilibrio entre todos los factores que intervienen en las estructuras de concreto postensado, se puede reforzar las estructuras y aumentar su capacidad de resistir carga.

www.bdigital.ula.ve

Tabla 19. Medidas correctivas y prospectivas generalizadas orientados al ámbito físico natural (Microcuenca de la quebrada Milla).

Proceso	Localización o ámbito de desarrollo	Acción correctiva o campo de acción	Objetivo	Características	Responsables	Propósito
Flujos de detritos	Al pie de laderas empinadas y escaso suelo vegetal.	Acciones biológicas (coberturas vegetales, reforestación). Prácticas mecánicas. (Terrazas, drenajes). Pequeñas obras transversales (Alabardadas, fajinas).	Minimizar el potencial destructivo de la microcuenca.	Movimiento en masa de carácter destructivo, producto de la energía del flujo hídrico proveniente principalmente del aumento del cauce fluvial por precipitaciones máximas y de la presencia de materiales sólidos transportados por la corriente, quien junto al flujo puede causar daños aguas abajo a comunidades insertas a ambos márgenes del cauce.	Alcaldía del Municipio Libertador. Consejos comunales: 5 de julio, Andrés Eloy Blanco I, II. La Milagrosa, La Nueva Providencia, La Campiña, San Pedro, Luchadores sociales, La Vega de la Isla, Milandinos, Milla Central y El Amparo.	Control de erosión laminar. Mejoras de la infiltración. Control de la escorrentía. Control de los movimientos en masa.
	En el cauce (Régimen Torrencial)	Área de erosión: Obras transversales (Diques).	Minimizar el potencial destructivo de la microcuenca	Diques de contención. Diques de retenida: Total, y selectiva.	Alcaldía del Municipio Libertador. Consejos comunales: 5 de julio, Andrés Eloy I, II. La Milagrosa, La Nueva Providencia, La Campiña, San Pedro, Luchadores sociales, La Vega de la Isla, Milandinos, Milla Central y El Amparo.	Control de erosión del lecho. Disminución de la velocidad de la corriente. Control de sólidos. Consolidación de laderas marginales.

Nota. Torres (2024)

Tabla 20. *Medidas correctivas y prospectivas generalizadas orientados en cuanto al ámbito físico natural*

Proceso	Localización	Acción correctiva	Objetivo	Descripción	Entidad responsable	Propósito
Procesos geomorfológicos (Caídas de rocas, deslizamientos rotacionales y compuestos.)	En laderas de la microcuenca.	Medidas estructurales: Implementación de obras (Muros de contención, pantallas ancladas).	Soportar el terreno expuestos en corte realizado en laderas de altas pendientes.	Controlar los problemas geológicos (saturación de suelos e inestabilidad de macizos rocosos en laderas) y geomorfológicos (procesos de erosión, cárcavas, y surcos) a través de la aplicación de medidas especiales de cimentación y/o tratamientos especiales (aplicación de torrenteras en control de cárcavas, control de surcos con barreras perpendiculares de carruzos, eliminación de presiones intersticiales negativas en sobresaturación de aguas, y eliminación del sistema de riego en laderas).	Alcaldía del Municipio Libertador. Ministerio de infraestructura. Consejos comunales. Consejos comunales: 5 de julio, Andrés Eloy Blanco I, II. La Milagrosa, La Nueva Providencia, La Campiña, San Pedro, Luchadores Sociales, La vega de la Isla, Milandinos, Milla Central y El Amparo.	Control de taludes laderas inestables.

Tabla 20 (Cont.)

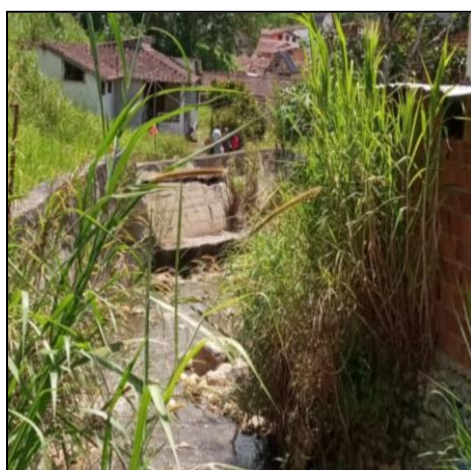
En laderas de la microcuenca.	Medidas no estructurales: Barrera vegetal de bajo porte y raíces que no deformen la estructura. Hileras que permita estabilizar la vertiente y sirva de protección y mitigación de caída de rocas.	Mitigar los efectos de los procesos en las laderas y taludes.	Disminuir la inestabilidad de los taludes y generación de movimientos de masa (deslizamientos rotacionales y caídas de rocas) a través de la aplicación de medidas correctivas tales como: modificación de la geometría del talud, aplicación de elementos estructurales resistentes, construcción de muros o elemento de contención, reforestación con vetiver y plantas alóctonas en las cabeceras de la cuenca para detener el avance retrogresión de las cárcavas. Restituir obras correctivas ya aplicadas.	Alcaldía del Municipio Libertador. Consejos comunales: 5 de julio, Andrés Eloy I, II. La Milagrosa, La Nueva providencia, La Campiña, San Pedro, Luchadores sociales, La Vega de la Isla, Milandinos, Milla Central y El Amparo.	Control de taludes y laderas inestables
-------------------------------	--	---	--	--	---

Nota. Torres (2024)

Al considerarse el alto grado de peligrosidad y ocurrencia de este tipo de proceso geomorfológico se hace prioritario:

El diseño de programas de mitigación y contingencia ante futuros eventos extremos: principalmente debe coordinarse la acción armónica de todos los entes competentes tanto públicos como privados. Dentro de las instituciones públicas que deben tener en cuenta aplicar esta medida, está El Instituto Nacional de Parques

(INPARQUES), es una institución adscrita al Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEC), creada por ley del 03 de octubre de 1973. Tiene como misión ser el ente rector de las políticas públicas orientadas a la protección y manejo del Sistema de Parques de Venezuela (**INPARQUES**) regula las actividades de las comunidades que viven dentro y en las adyacencias de los parques y monumentos, pues con ellas se debe garantizar el desarrollo de los planes de uso, manejo y conservación de estos patrimonios naturales. Al igual de las instituciones estatales y nacionales del estado Mérida, la alcaldía del municipio Libertador tiene por competencia "ejecutar la política administrativa para garantizar el apoyo al cumplimiento de los programas y proyectos que aseguren el logro de los objetivos del municipio". Este tema involucra actores sociales a nivel político, municipal, nivel comunitario y nivel de empresa privada, lo que responde a las actividades principales que tienen que ver con coordinación, gestión, promoción, divulgación, organización, capacitación y fortalecimiento de las capacidades de los actores sociales. También debe incluirse la sociedad civil organizada para garantizar políticas y acciones permanentes de prevención y mitigación además de planes de contingencia.



Izquierda



Derecha

Figura 42 Rediseñar medidas correctivas y mitigantes en la microcuenca de la quebrada Milla. (Izquierda) Figura 43. Rediseñar medidas correctivas y mitigantes en la microcuenca de la quebrada Milla (Derecha). Torres (2024)

Preservación de la cobertura vegetal de las secciones media y alta de la microcuenca de la quebrada Milla: Se aconseja la preservación y restauración de la cobertura vegetal para mitigar estos efectos, es importante proteger y restaurar los cauces de la microcuenca que, como un medio de protección para el recurso hídrico, ya que cumplen una función de equilibrio. Bajo este criterio, se deben proteger los pies de laderas, e indicar zonas estables para trasladar a los animales en cautiverio. Las técnicas de preservación de la cobertura vegetal se orientan a proteger los suelos y laderas desprovistas de vegetación, que mitiguen el efecto erosivo sobre pendientes fuertes, colocando una vegetación adecuada que estimule el arraigo de plantas de establecimiento y crecimiento rápido, herbáceas, y rasantes, estas mejoran la capacidad de infiltración, protegen el suelo de los elementos del clima que los pueden alterar y mejoran la estructura del suelo. Cuando se trata de recuperar áreas desprovistas de vegetación se recomienda realizar el establecimiento de coberturas rasantes que garanticen el 100% de cubrimiento al suelo para amortiguar las gotas de lluvia cerca de la superficie, lográndose la disipación de energía; esta vegetación establecida conserva los recursos que hacen posible la evolución vegetativa de los estratos rasantes a los arbustivos y a los arbóreos lográndose la conservación del suelo, la regulación de las aguas y del clima.

En función a ello, la investigación definida como Geotecnia para la Región Andina instituye que:

las laderas deforestadas son tratadas con el establecimiento de bosques de especies nativas eficientes en mejorar las condiciones locales de temperatura, humedad relativa, luminosidad, vientos; son reguladores de caudales, retiran de circulación la carga de lavado y estimulan la presencia de flora y fauna que fortalecen los ecosistemas. Manizales, (2017, p. 29).



Izquierda



Derecha

Figura 44 Aplicar medidas mitigantes al pie de laderas y /o taludes con reforestación. (Izquierda) Figura 45. Aplicar medidas mitigantes al pie de laderas y /o taludes con reforestación (Derecha) Torres (2024)

Limpieza del cauce principal en la microcuenca de la quebrada Milla. La limpieza de canales y quebradas se realiza de manera manual o mecánica según la necesidad y accesibilidad al cuerpo de agua; se interviene en las zonas de manejo y preservación ambiental hasta 1,5 m contados a partir del borde superior del talud que conforma el canal, y se ajusta de acuerdo con las particularidades del cauce o cuerpo de agua. La limpieza inicia con el retiro de restos vegetales tallos y árboles que obturen el canal principal, además de los sedimentos tipos bloques y cantos que superen las dimensiones de los puentes localizados en el parque zoológico Chorros de Milla.



Izquierda



Derecha

Figuras 46. Aplicar medidas correctivas y mitigantes referidas a limpieza del canal fluvial. (Izquierda) Figura 47. Aplicar medidas correctivas y mitigantes referidas a limpieza del canal fluvial. (Derecha) Torres (2024)

Programas de divulgación ante amenazas socionaturales a la comunidad involucrada: A pesar de que en las comunidades que están insertas en la microcuenca de la quebrada Milla ha sido desarrolladas jornadas de divulgación sobre las amenazas hidrometeorológicas y los procesos geomorfológicos que tienen lugar en estas comunidades, es perentorio continuar con los programas de divulgación y de esta manera se debe participar en la construcción del medio urbano, es decir tomar en cuenta los hechos que han acontecido en el pasado para aprender de ellos, identificar y reconocer los elementos físicos que existen e inciden y que puedan dañar a las comunidades que hacen vida dentro de la microcuenca de la quebrada Milla, desarrollando charlas de capacitación, interactuando con la comunidad para que ellas se apropien del conocimiento, escuchando sus inquietudes sobre los flujos de detritos

y/o caídas de rocas, todo ello para transformar su esquema cognitivo sobre los ámbitos del riesgo hidrometeorológico, para dar respuestas efectivas ante eventos.

Continuar con el sistema de alerta temprana, debido a la alta ocurrencia de los procesos geomorfológicos determinados: En vista de que los sistemas de alerta temprana son una medida de adaptación al cambio climático, en la microcuenca de la quebrada Milla han sido utilizados como sistemas de comunicación integrados con el fin de ayudar a las comunidades. Los actores institucionales que pueden orientar la solución de los escenarios de riesgos por procesos geomorfológicos en la microcuenca de la quebrada Milla son: Ministerio del Poder Popular para Eco-socialismo y Aguas (MINEC, 2015) (actualmente se denomina como Ministerio del Poder popular para el Eco-socialismo de Venezuela), Instituto Nacional de Parques INPARQUES, Universidad de Los Andes, Fundación para la Prevención del Riesgo Sísmico (FUNDAPRIS), Centro de Investigaciones de Riesgo (CIGIR), Cuerpo de Bomberos del Estado Mérida, Comisión de Ordenamiento Territorial del Estado Mérida, Instituto de Protección Civil y Acción contra Evento del Estado Mérida, Zona operativa de defensa integral, alcaldía del Municipio Libertador y consejos comunales.



Figura 48. Continuar con el sistema de alerta temprana. Torres (2024)

Restringir el uso del territorio en la microcuenca y aplicar la normativa vigente para evitar las invasiones anárquicas: El proceso de uso del suelo en zonas frágiles, ha implicado la localización en zonas más estables que propician y facilitan la obtención de los recursos básicos para la subsistencia, esto implica a futuro la extracción exhaustiva de recursos hasta su agotamiento, daños del entorno por intervención antrópica o cubrir necesidades básicas del hombre. En ambos casos se ha dado un proceso de construcción de riesgo, de posibilidad de ocurrencia de daños y pérdidas, en función de la manera en que se realiza la ocupación del territorio, por efectos residenciales o de servicios básicos, es decir los asentamientos, por lo que es invaluable tomar medidas sobre lo que se construye y como se hace, es decir debe existir un equilibrio en la forma de diseñar y construir las estructuras. Por lo tanto, se debe incentivar al respeto de la legislación vigente desarrollo normativo sobre protección de áreas que soportan la disponibilidad del recurso hídrico y las áreas protectoras. Es primordial avanzar en las restricciones de construcción en zonas críticas o de amenaza alta para movimientos en masa. Como mecanismo de contención de la ocupación progresiva sin respeto a normas de desarrollo, se plantea no incentivar los procesos activos de establecimientos de nuevas comunidades.

Los actores institucionales que pueden orientar la solución de la construcción en zonas frágiles de la microcuenca de la quebrada Milla son: Ministerio del Poder Popular para Eco-socialismo y Aguas (MINEC, 2015) (actualmente se denomina como Ministerio del Poder popular para el Eco-socialismo de Venezuela), Aguas de Mérida, Corporación eléctrica (CORPOELEC), Ministerio de Infraestructura, Cuerpo de Bomberos del Estado Mérida, Comisión de Ordenamiento Territorial del Estado Mérida, Alcaldía del Municipio Libertador y consejos comunales.



Izquierda



Derecha

Figura 49. Restringir las construcciones y usos anárquicos en zonas críticas (Sectores Cerro La Milagrosa, y La Calera). (Izquierda) Figura 50. Restringir las construcciones y usos anárquicos en zonas críticas (Sectores Cerro La Milagrosa, y La Calera). (Derecha) Torres (2024)

Estudio especializado en diseño de obras civiles para control de torrentes: de acuerdo con el proceso geomorfológico a controlar se mencionan las siguientes:

Para el control de velocidad de las corrientes, la escorrentía y retención del suelo, se proponen las barreras vivas, estas son hileras de plantas perennes de crecimiento denso, sembradas siguiendo las curvas de nivel a través de la pendiente.

Para el manejo de la cuenca receptora se proponen las obras en el cauce necesarias para aumentar la capacidad de transporte de agua, disminuir la velocidad de flujo y disipar la energía del agua. Estas permiten la conservación de la cuenca reduciendo el poder erosivo del agua en los cauces, estos se profundizan y se pierde la capacidad de soporte de las laderas y se desestabilizan llegando a producir caídas

de rocas con grandes fragmentos de rocas, de consideración que agravan el fenómeno torrencial.

Para la modificación de la pendiente del cauce se plantea los diques transversales, estas obras se construyen para modificar la pendiente del cauce, mediante la construcción de diferentes tipos de diques transversales y protegen las orillas caso en el cual se construyen espigones, se recubren las orillas con colchones de piedras de gran tamaño o se canaliza el cauce.

Para regular los caudales en crecidas excepcionales se presenta la construcción de Diques, quienes son estructuras transversales a la dirección del flujo de la microcuenca. También se utiliza la sedimentación aguas arriba de tal manera que se formen colchones de sedimentos y un escalonamiento a lo largo del cauce.

Otra obra de vital importancia en el manejo de cuencas es el uso de gaviones, esta es una alternativa práctica y económica; cuando hay dificultades para la cimentación de una estructura rígida. También es importante cuando hay disponibilidad de materiales adecuados para el relleno de los gaviones, o en su defecto cuando hay dificultad de transporte de otros materiales que no sean los gaviones vacíos y de disponibilidad de mano de obra

En el caso de cauces marcadamente torrenciales, se aplican las obras transversales en los que el fenómeno aparece generalizado con un descenso progresivo de los lechos, transporte masivo de materiales, erosiones de márgenes y desestabilización de los macizos adyacentes, el tipo de estructuras que ofrece la solución más simple y efectiva son las obras transversales al eje del cauce, en forma de diques.

En el caso de frenar la velocidad del agua de escorrentía, aumentar la capacidad de infiltración, y limitar el arrastre del suelo, se propone la implantación de terrazas o bermas que son estructuras de defensa consistentes, generalmente, en un surco y el correspondiente lomo o caballón que, trazados sensiblemente paralelos a la línea de nivel del terreno, tienen por objeto absorber o evacuar el exceso de lluvia para evitar el arrastre del suelo.

En el caso de control al pie del talud o control de caídas de rocas, se propone la instalación de un sistema de malla, conocido como cortina simple, consiste en mallas o redes que están soportadas por un sistema de cables de soporte anclado en la parte superior del talud. La malla se extiende por encima del talud para maximizar el contacto de la malla con el talud. Se permite que el talud se erosione por detrás de la capa de malla, que actúa como una barrera para controlar el movimiento de los escombros a medida que caen por el talud, a menudo hasta una zanja de captación en el pie del talud.

Para estabilizar los taludes se puede aplicar la corrección superficial, estas se aplican en la superficie del talud y tienen una acción que afecta solo a las capas más superficiales del terreno. Dentro de estas se mencionan las mallas de guiado de piedras quienes son mallas de alambre metálicas, con las que se recubre la superficie de taludes rocosos, para evitar la caída de fragmentos de roca. Estas mallas se suelen fijar al terreno, siempre en la parte superior del talud o bermas intermedias. Como sistema de fijación pueden emplearse bulones u otro tipo de sujeción. La parte final de la malla se suele dejar por encima de la zanja de recogida de piedras.

Para evitar la erosión y meteorización estudiosos proponen el uso del hormigón proyectado o shotcrete: El cual consiste en una capa de hormigón rociado sobre la superficie de taludes en roca. Este tratamiento superficial, evita la meteorización de la roca, y su deterioro progresivo, y desprendimientos de pequeña magnitud.

La corrección por drenajes tiene por objeto reducir las presiones intersticiales que actúan sobre la potencial o existente superficie de deslizamiento, lo que aumenta la resistencia y disminuye el peso total y por tanto las fuerzas desestabilizadoras.



Izquierda



Centro



Derecha

Figura 51. Aplicación de obras correctivas y prospectivas en el cauce. (Izquierda)
Figura 52. Aplicación de obras correctivas y prospectivas en el cauce. (Centro)
Figura 53. Aplicación de obras correctivas y prospectivas en el cauce. (Derecha)
Torres (2024)

Tabla 21. Medidas correctivas y prospectivas en sectores relacionados al ámbito físico natural.

Procesos geomorfológicos en taludes.	Intervención antrópica en cuña coluvial. Sector La Calera Socavación lateral de taludes y pie de laderas en los sectores El Manantial, 5 de julio. Procesos modeladores del paisaje: Erosión del suelo y meteorización. Socavación basal y lateral de vías, y estructuras. Presencia de la falla La hechicera que fracturan los macizos rocosos. Pendientes que superan los 35° (inestables). Poca aplicación de la reglamentación urbanística.	Exigir retiros $\frac{1}{4}$ de la altura del talud. Muros de contención/arborización Educar como proteger mediante arborización las zonas de alto riesgo. Evitar construcciones anárquicas. Estudiar la posibilidad de crear obras civiles para controlar los sedimentos. Estabilización de taludes de manera natural o acciones ingenieriles. Continuar en la formación dirigida a la comunidad sobre el control de torrentes.
---	--	--

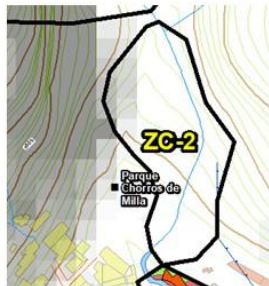
Nota. Torres (2024)

Tabla 22. Medidas de gestión que se deben aplicar en la microcuenca de la quebrada Milla, considerado la gestión de riesgo como un medio transversal.

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	ACCIONES PROSPECTIVAS	ACCIONES CORRECTIVAS	ACCIONES REACTIVAS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A1	ZC-01	Crear un plan de emergencia para eventos sacionaturales en el Parque Zoológico Chorros de Milla. Mantener el uso recreativo del suelo según el POU.	Evitar el relleno o taponamiento antitécnico a lo largo del cauce de la microcuenca en la quebrada Milla. Colocación de mallas para retención de bloques en la laderas en el área designadas como cascadas en el Parque Zoológico Chorros de Milla.	Implementación de sistemas de alerta temprana por parte de los trabajadores del Parque Zoológico Chorros de Milla, ante crecidas torrenciales de la microcuenca de la quebrada Milla. Implementación de señaléticas de seguridad para orientar al usuario a áreas seguras. Dentro del Parque Zoológico Chorros de Milla.		 

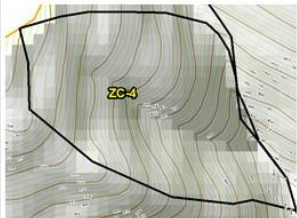
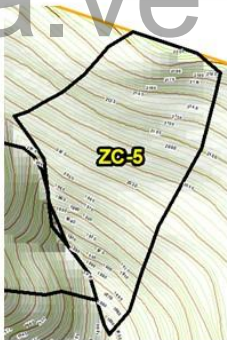
Reconocimiento

Tabla 22 (Cont.)

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	ACCIONES PROSPECTIVAS	ACCIONES CORRECTIVAS	ACCIONES REACTIVAS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A2	ZC-02	Revisión periódica de la presencia de litoclastos de gran tamaño que obturen los puentes y caminerías en el Parque zoológico Chorros de Milla. Identificación de las áreas de inestabilidad por movimientos en masa en laderas ubicadas en el Parque zoológico Chorros de Milla.	Rehabilitación de puentes en el Parque Zoológico Chorros de Milla.	Brindar apoyo emocional a las personas afectadas que se encuentran dentro del Parque Zoológico. A través del mapa de medidas de gestión ubicar áreas seguras para el traslado y refugio de animales en cautiverio. Calcular el presupuesto para la construcción de puentes de mayor dimensión. Mantener a los turistas y animales en cautiverio lejos de las zonas afectadas.		
A3	ZC-03	Evitar la construcción de viviendas de material noble al lado de la microcuenca en el Sector San Pedro.	En el Barrio San Pedro y 5 de Julio, se propone manejar y controlar el flujo del agua de las lluvias para disminuir la erosión. En el Barrio San Pedro y 5 de Julio considerar el uso de barreras vegetativas en taludes y a lo largo de la microcuenca. Realizar obras de control de drenaje superficial y subdrenes para abatir el nivel freático en el sector San Pedro y 5 de Julio..	Sensibilizar a la población ubicada en los sectores San Pedro y 5 de Julio en términos de riesgos siconaturales a fin de evitar asentamientos dentro de la zonas críticas. A través del mapa de medidas de gestión realizadas en el proyecto diseñar los señalamientos comunitarios en los sectores San Pedro y 5 de Julio, que dirigen a áreas seguras en caso de sismos, y crecidas máximas de la microcuenca; estas etiquetas indican las rutas de escape, rutas de evacuación, salida de emergencias, entre otras. Establecer jornadas de difusión de áreas estables e inestables dentro del sector San Pedro y 5 de julio a favor del conocimiento del entorno.		

Reconocimiento

Tabla 22 (Cont.)

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	ACCIONES PROSPECTIVAS	ACCIONES CORRECTIVAS	ACCIONES REACTIVAS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A4	ZC-04	Aplicación y fortalecimiento del uso del POU en el mantenimiento del uso recreativo del parque zoológico Chorros de Milla.	Reubicación de animales en cautiverio por la probabilidad de afectación directa por movimientos de masa.	Diseño e implementación de etiquetas de señalización por presencia de movimientos en masa en el Parque Zoológico Chorros de Milla		
A5	ZC-05	Aplicación y fortalecimiento del uso del POU, dentro de la conservación del Parque zoológico.	Prohibición de construcciones en la ladera por la probabilidad de afectación directa por movimientos de masa.	Mantenimiento de la ladera en su estado natural.		

Reconocimiento

Tabla 22 (Cont.)

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	ACCIONES PROSPECTIVAS	ACCIONES CORRECTIVAS	ACCIONES REACTIVAS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A6	ZC-06	Promoción de campañas de ocupación equilibrada en el sector Los Manantiales y el sector Loeca	Actualización del diseño de las obras de canalización fluvial y obras de control de escorrentía ubicadas en los sectores El Manantial y Loeca, estableciendo sus condiciones geológicas - geotécnicas, a fin de adaptarlo a los nuevos requerimientos.	Estimar el costo promedio anual para la limpieza del canal fluvial, y cotizar los costos de la restauración de obras de mitigación en los sectores El Manantial y Loeca.		
A7	ZC-07	Elaboración de la guía normadas en el municipio Libertador para la integración de la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial municipal a ser aplicado en el Barrio Unión.	Hacia la parte posterior del Barrio Unión, se propone aplicar métodos de bioingeniería como medida de remediación utilizando los efectos mecánicos e hidrológicos benéficos de una comunidad de plantas para cumplir una función de ingeniería. La vegetación puede aumentar la resistencia del suelo al agrietamiento, proteger de la erosión laminar una superficie de suelo expuesta y sostener las partículas de suelo que se deslizan por el ladera.	Realizar jornadas para socializar y conocer el entorno tanto en el Barrio Unión como en los alrededores, estableciendo fortalezas y debilidades del sector. Hacer usos del mapa de medidas de gestión para implementar en el Barrio Unión la respectiva señalética referidas a rutas de escape, rutas de evacuación, sectores de alojamiento temporal, y sectores de atención de emergencias en caso de producirse eventos excepcionales.		

Reconocimiento

Tabla 22 (Cont.)

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	ACCIONES PROSPECTIVAS	ACCIONES CORRECTIVAS	ACCIONES REACTIVAS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A8	ZC-08	Emplear acciones de prevención ante un posible aumento de la vulnerabilidad por la realidad social del sector La Calera y El Conuco, en cuanto a la ocupación anárquica de nuevos espacios. Realizar estudios de vulnerabilidad social y física en los sectores La Calera y El Conuco, a fin de identificar la capacidad de resiliencia comunitaria frente a las condiciones de riesgos físico – natural.	Aplicación de medidas de restricción mediante la creación de ordenanza municipal que permita supervisar y controlar el crecimiento población de las zonas intervenidas La Calera y El Conuco), que además se encuentran sin implementar medidas estructurales que mitiguen las condiciones de fragilidad social construidas en las zonas anteriormente mencionadas.	De continuar proyectos habitacionales en las sub-áreas expuestas (cuña coluvial), se considera pertinente la reubicación del proyecto u obra en un lugar más adecuado, en áreas más estables. Es preciso considerar la aplicación de medidas de contingencia que permita organizar y preparar a las comunidades ante un inminente desalojo en caso de emergencias por movimientos de masa.		
A9	ZC-09	Considerarse las acciones de prevención ante un posible aumento de la exposición por la ocupación social del sector La Campiña, para ello debe aplicarse políticas de disuasión al uso urbano.	Evitar futuros asentamientos humanos en el sector La Campiña. Realizar labores de estabilización de taludes que contemple muros de gaviones, (de acuerdo a la litología) en los distintos desniveles topográficos pronunciados alrededor del sector La Campiña. Realizar estimación de costos para el rediseño de puentes que mantienen la luz estructural baja en el sector La Campiña.	Evaluar la aplicación de políticas públicas en el sector La Campiña, donde se considere el costos/ beneficio para el fortalecimiento de la capacidad de carga admisible del suelo, así evitar posibles asentamientos de estructuras y/o edificaciones. En el sector La Campiña se debe establecer campanas comunitarias de señalamiento o etiquetado de rutas de escape, rutas de evacuación, áreas de , áreas de atención, áreas de alojamiento temporal.		

Reconocimiento

Tabla 22 (Cont.)

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	ACCIONES PROSPECTIVAS	ACCIONES CORRECTIVAS	ACCIONES REACTIVAS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A10	ZC-10	Los Barrios La Providencia, El Amparo y pobladores de Santa María Norte deben trabajar en conjunta la planificación de programas o sistemas de vigilancia, alerta y alarma de crecidas excepcionales de la microcuenca de la quebrada Milla. Socializar los mapas de acciones de gestión ejecutados en el proyecto para el empoderamiento comunitario.	Los sectores El Amparo y La Providencia deben considerarse las normas de sismorresistencia para la construcción de edificaciones (norma COVENIN 1756:2001), sabiendo que los suelos presentes en este sector pertenecen a una zona sísmica, además de haberse visto afectados por crecidas de la microcuenca Milla en eventos anteriores. Desde la entrada del Barrio El Amparo hasta las áreas frente la OFAE, considerar la rehabilitar las obras de mitigación existente y contemplar las labores de estabilización de taludes que contemple la aplicación de la bioingeniería en aquellas áreas inestables donde los procesos de remoción en masa sean superficiales. En este tramo considerar la limpieza del canal fluvial.	En la urbanización Santa María Norte, El Amparo y La Providencias se debe diseñar instrumentos de divulgación comunitaria sobre áreas seguras, señaléticas de rutas de escape, rutas de evacuación, zonas de albergue temporal, etc.		
A11	ZC-11	En el barrio Andrés Eloy Blanco I y Barrio Andrés Eloy Blanco II se debe evitar nuevas construcciones como parte de la prevención de la expansión urbanística en áreas de riesgo.	Reubicación de emplazamientos urbanísticos no planificados en el barrio Andrés Eloy Blanco II, por la probabilidad de afectación directa por movimientos de masa.	Evaluar la aplicación de políticas públicas donde se considere el costos / beneficio para el fortalecimiento de la capacidad de carga admisible del suelo. En el barrio Andrés Eloy Blanco III se debe indicar las estrategias de desarrollo comunitario en gestión de riesgo siconatural, para socializar las herramientas de planificación y desarrollo socio-territoriales ya desarrolladas. Calcular la densidad neta de habitantes / m2, que se pueden alojar o atender en áreas seguras durante eventos extremos o emergencias.		

Reconocimiento

Tabla 22 (Cont.)

NOMENCLATURA (A=Acción)	ZONA CRÍTICA	ACCIONES PROSPECTIVAS	ACCIONES CORRECTIVAS	ACCIONES REACTIVAS	LOCALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA
A12	ZC-12	Aplicación y fortalecimiento del uso del POU como parte de la prevención de la expansión urbanística en el sector La Vega de la Isla.	Reubicación de emplazamientos urbanísticos no planificados en los sectores por la probabilidad de afectación directa por movimientos de masa. En el barrio La Vega de la Isla considerar la rehabilitar las obras de mitigación existente y contemplar las labores de estabilización de taludes que contemple la aplicación de la bioingeniería.	En el Barrio La Vega de la Isla se debe Indicar las estrategias de desarrollo comunitario en gestión de riesgo socionatural, socializando las herramientas de planificación y desarrollo socio-territoriales ya desarrolladas. Calcular la densidad neta de habitantes /m2 , que se pueden alojar o atender en áreas seguras durante eventos extremo. Diseñar señalizaciones comunitario en la Vega de la Isla, donde se identifique rutas de evacuación, rutas de escape, áreas seguras, áreas inestables o de peligro, áreas de atención, entre otras; considerando el mapa diseñado de acciones de este proyecto.		

Nota. Torres (2024)



ula
Instituto
de Geografía
y Conservación
de Recursos
Naturales

CAPITULO VI

**MECANISMOS DE GESTIÓN DE RIESGOS
ANTE MOVIMIENTOS EN MASA
DETONADOS POR PRECIPITACIONES
O AFECTACIONES HUMANAS EN LA**

**MICROCUENCA DE LA
QUEBRADA MILLA**

www.bcdigital.ula.ve

Reconocimiento

CAPÍTULO VI

MECANISMOS DE GESTIÓN DE RIESGOS ANTE MOVIMIENTOS DE MASADETONADOS POR PRECIPITACIONES O AFECTACIÓN HUMANA EN LA MICROCUENCA MILLA.

Mecanismos de gestión de riesgos ante movimientos de masa detonados por precipitaciones o afectación humana en la microcuenca de la quebrada Milla

Para el desarrollo de este capítulo, se toma en consideración la Ley de gestión integral de riesgos socionaturales y tecnológicos, quien es transversal a todas las instancias del poder público y a los particulares. De acuerdo con esta Ley, el conjunto de lineamientos emitidos por el Estado Venezolano está dirigidos a evitar o disminuir los niveles de riesgos socio naturales y tecnológicos en todo el territorio nacional, y generar las capacidades para afrontar las emergencias y evento, fomentando la incorporación activa de las instituciones privadas, así como la participación permanente de la comunidad (Artículo 7).

Ahora bien, dentro de las atribuciones de esta Ley se indica aprobar los mecanismos para la ejecución, seguimiento y evaluación de los lineamientos generales para la reducción de riesgos socionatural y tecnológico.

Actualmente, el riesgo se describe por el nivel de conocimiento que una población tenga respecto de la probabilidad de distribución de eventos peligrosos (en tamaño, frecuencia y duración) en sus comunidades, y por la probabilidad efectiva de sufrirlo. Las respuestas ante el riesgo o la gestión del riesgo son basadas en las acciones realizadas por las comunidades para reducir el riesgo o la exposición a él, ya sea por la aplicación de programas del estado, o por procesos de corresponsabilidad tanto de la comunidad y de las instituciones; dentro de estas acciones se consideran

aquellas previas al riesgo, ya sean correctivas y las que se despliegan una vez que éste se ha desarrollado.

Así mismo, estudiosos de la gestión del riesgo manifiestan que esta gestión de riesgo socionatural tal como el Profesor Alejandro Liñayo (2008), invita a un abordaje más integral, un abordaje que promueva mirar también el proceso de construcción social del riesgo como un aspecto fundamental del problema de los eventos que debe ser atendido.

Según el mismo autor, la gestión de riesgos hace énfasis en las actividades de prevención y mitigación, ya que la intención es reducir a límites considerables el riesgo presente a través de la participación e integración de acciones tanto de los entes de desarrollo como de los actores sociales de una comunidad, incluyendo a los miembros del sector educativo, y tomando en cuenta el ámbito de competencia de cada uno de los involucrados.

Sin dejar a un lado las acciones de preparación y respuesta para casos de evento, se considera que la prevención y mitigación del riesgo es quien juega un papel muy importante para reducir los eventos, ya que dirige sus esfuerzos en intervenir la planificación y los procesos de desarrollo de las localidades, así como también los problemas ambientales, con el fin de evitar, impedir o disminuir los daños que pudiera causar un fenómeno. Liñayo *op cit*, (2008.)

Con base a ello, se sostiene que las comunidades frecuentemente enfrentan obstáculos al adoptar prácticas eficientes de gestión del riesgo, por lo tanto actualmente la comunidades que se alojan en la microcuenca de la quebrada Milla han emprendido el fortalecimiento a través de saberes sobre las alertas tempranas, medidas de limpieza de canal, mantenimiento de obras correctivas aplicadas, y mapas comunitarios, por lo tanto, se diseñan medidas prospectivas, correctivas, reactivas y mapas de actuación de estas medidas en este proyecto, como nuevas acciones a emprender entendiéndose en el fortalecimiento de la comunidad y el conocimiento del entorno.

Ahora bien, en base a la normativa los mecanismos de gestión a implementar son:

Transparencia activa (artículos 4, 8 y 32): La gestión integral de riesgos socio natural y tecnológico, y los procesos, competencias, funciones y acciones a ella vinculadas, se rige por el principio de transparencia. El Consejo Nacional de Gestión Integral de Riesgos Socio naturales y Tecnológicos fomentará la creación de sistemas de información que sirvan de soporte, para mejorar la capacidad técnica de las actuaciones institucionales y garantizar la disponibilidad de información histórica y el acceso a las experiencias en el tema, así como el desarrollo de procesos educativos e informativos destinados a insertar la prevención de riesgos socio naturales y tecnológicos en la cultura institucional y ciudadana. Bajo este criterio, las comunidades que hacen vida en la microcuenca de la quebrada Milla proveen la información y la comunicación tal como lo enmarca la ley.

Promoverá y vigilará que los medios de comunicación, públicos y privados, transmitan de manera permanente mensajes relacionados con la gestión integral de riesgos sicionaturales y tecnológicos. El Registro Nacional de Información para la Gestión Integral de Riesgos Socio naturales y Tecnológicos tiene por objeto actualizar, recopilar, procesar, registrar y sistematizar la información relacionada con amenazas, vulnerabilidades, riesgos, emergencias y evento, y apoyar al Estado en su divulgación y socialización. La información contenida en el Registro es de carácter público y de interés nacional y la misma debe ser considerada en la toma de decisiones. LGIRSNT, (2009, p. 57).



Figura 54. Vías de comunicación en crecidas excepcionales de la microcuenca de la quebrada Milla. Tomado de los medios de comunicación escrita (2023)

Derecho a participar (artículo 4): La gestión integral de riesgos socionatural y tecnológico, y los procesos, competencias, funciones y acciones a ella vinculadas, se rige por el principio de participación. En la actualidad los consejos comunales que se insertan en la microcuenca de la quebrada Milla tienen una o participación en el monitoreo de las crecidas súbitas de la microcuenca.

En los mecanismos de gestión de riesgos socionaturales, también se indican las intervenciones o medidas a implementar como una serie de actividades diseñadas para reducir las pérdidas de vidas humanas y la destrucción de propiedades e infraestructuras. Este proceso de manejo o gestión de riesgos pueden ser divididos en:

Mecanismos para la prevención en la disminución del riesgo de evento a largo plazo, eliminando sus causas como la intensidad de los fenómenos, la exposición o el grado de vulnerabilidad.

Mecanismos para la mitigación, ya planteadas en el capítulo anterior, quienes aseguran una respuesta apropiada en caso de necesidad, incluyendo alertas tempranas oportunas y eficaces, así como evacuación temporal de gente y bienes de zonas amenazadas. Cuando las amenazas son recurrentes es muy poco o nada lo que puede hacer para evitarlas o disminuirlas, sin embargo, si los habitantes de la microcuenca acatan medidas formuladas se disminuye el impacto de dichas amenazas sobre el medio y sobre ellos mismos, las consecuencias de los fenómenos de la naturaleza serán menores y la capacidad de recuperación de la población puede ser más rápida.

En este sentido, dentro de los mecanismos de gestión de riesgos sicionaturales, también se considera los procesos de planificación; esta planificación debe tener como fundamento lograr el desarrollo de sociedades menos vulnerables. El principal ámbito donde se construyen y, por lo tanto, se deben intervenir dichos riesgos, es el ámbito urbano local.

En relación con lo anterior, se debe tener claro que la prevención se relaciona con la responsabilidad de los diferentes niveles de gobierno, específicamente el gobierno local y los consejos comunales, esta responsabilidad quedó explícita en el mensaje de Yokohama de todos los presentes en la Deliberación del Plan de Acción: “la prevención de evento, la mitigación de sus efectos, la preparación y el socorro son cuatro elementos que contribuyen a la ejecución de la política de desarrollo sostenible”. Por lo tanto, los países deben incluirlos en sus planes de desarrollo y velar porque se adopten medidas complementarias eficaces en los planos comunitarios, nacional, subregional, regional e internacional” (Conferencia Mundial sobre la Reducción de Evento Naturales, 1994, p. 10).

Bajo este enfoque, este proyecto considera como elemento primordial la capacitación de la percepción del riesgo en la comunidad, “este consiste en la evaluación subjetiva de la probabilidad de que un tipo específico de accidente ocurra y que nos afecte” Sjöberg, Moen, y Rundmo, (2004, p. 48).

La percepción del riesgo traspasa el individualismo, “es una construcción social y cultural que refleja los valores, símbolos, historia e ideología de una comunidad”. Weisntein, (1980, p. 35).

Por lo tanto, unos de los indicadores en la gestión de riesgos siconaturales están en la participación comunitaria, revela que se ha adquirido un compromiso institucional, pero los logros no son considerables. Partiendo de la premisa que la participación de las comunidades en la identificación de amenazas, vulnerabilidades o riesgos del entorno en que interactúan es indispensable para tener comunidades preparadas ante un evento extremos, por lo que se deben entender la necesidad de articularse y contar con apoyo de entes, de acciones y propuestas en el conocimiento del entorno que permitan la capacitación de las comunidades para tener buenas respuestas en caso de presentarse un evento extremo.

Entonces, si reconocemos el entorno y nos apropiamos del conocimiento como comunidad conoceríamos los lugares más estables de nuestro sector y cuales sitios son inestables para alejarnos de ellos ante un evento extremo, entonces las acciones reactivas dirigidas hacia empoderar el conocimiento de las comunidades se considerarían como elementos fundamentales que deben ser considerados en la planificación a corto plazo.

Las acciones reactivas hacia el conocimiento del entorno pueden ser construidas por los pobladores mediante su participación en actividades enriquecedoras, capaces de interesarlos y comprometer su esfuerzo. Estas actividades del conocer el entorno y tener comunidades preparadas se desarrollan formando con la adquisición de ubicaciones del lugar, escuelas, farmacias, sitios amplios de atención, entre otras.

En base a ello, se esbozó cartografía de actuación y /o acciones prospectivas, correctivas y reactivas, como herramientas para el empoderamiento del entorno, sea cuales fueren las acciones que se apliquen, ellas deben permitir una rápida visión para lograr tener comunidades preparadas, viéndose la gestión de riesgo siconatural como transversal, dada la importancia que tiene la capacitación y/o preparación comunitaria desde enseñanzas de su medio o entorno sugerido por los contenidos transversales y

los acontecimientos significativos que han vivido los pobladores de la microcuenca de la quebrada Milla.

En consecuencia, cuando se habla de mecanismos de gestión, es de importancia considerar el conjunto de políticas públicas que se desarrollan localmente, en correspondencia con las normativas y estrategias de otros niveles de decisión: nacional, regional e internacional, para preparar a la sociedad con el fin de afrontar las consecuencias de los eventos extremos y reducir al mínimo el grado de impacto que estos fenómenos naturales acarreen.

En relación con lo anterior, se propone el evaluar áreas y espacios físicos que puedan servir de centros de acopio en los cuales se pueda almacenar productos que puedan necesitar los habitantes del municipio en caso de enfrentarse un evento natural excepcional por lo tanto la comunidad estaría en conocimiento de los lugares a seleccionar. Al mismo tiempo, se sugiere continuar con acciones participativas en temas de la educación ambiental en los pobladores de la microcuenca, dándole continuidad con las charlas referentes al cuidado de los elementos naturales, determinación de espacios físicos y áreas estables en caso de que ocurra un fenómeno.

De esta manera, se indican la ejecución de eventos a realizar en los centros educativos, continuar con la prevención de la población en relación a la no construcción de viviendas en los márgenes de la quebradas, proponer simulacros de evacuación en escuelas que estén dentro de la microcuenca, e informar a las comunidades sobre cuáles son las áreas más estables que se deben utilizar en caso de que ocurra un fenómeno extremo, identificando por supuesto quienes son los actores sociales y gubernamentales a que deben recurrir en caso de post- emergencias y que tienen por visión institucional socorrerlos durante la ocurrencia de flujos de detritos y movimientos en masa.

La teoría de la cultura en la percepción del riesgo, por su parte, argumenta que la percepción de la sociedad respecto a los riesgos refleja la forma en que la propia sociedad se ve a sí misma. Esta teoría se centra en las diferencias existentes entre las personas y como consecuentemente reaccionan de forma diferente frente a los

riesgos. Este segundo enfoque tiene dos componentes: a) el componente teórico, el cual parte de la premisa que la creencia y adhesión a determinados patrones de relaciones sociales genera maneras distintas de ver la sociedad y, por el contrario, que la adhesión a una visión determinada del mundo legitima un determinado tipo de relaciones sociales. b) una taxonomía de las combinaciones viables de sesgos culturales y organización social, basada en dos dimensiones: grupo y red. La primera defiende que la percepción individual del riesgo estaría influenciada por la mayor o menor integración a un grupo que, a su vez, percibe de una u otra forma el riesgo. La dimensión de red denota el grado en que la vida de un individuo está limitada o condicionada por las normas impuestas desde el exterior. “Mientras mayor sea el grado de condicionamiento a estas normas menor es la posibilidad de apertura individual de pensamiento, o sea, de tener una percepción personal objetiva del riesgo” Thompson et al., (1990, p. 73).

En función de la importancia que reviste tener una cultura idónea del riesgo se propone insertar dentro de la comunidad el conocimiento y la transferencia del entorno, como un nuevo elemento, se insiste en el carácter multidimensional del riesgo. “En la definición y construcción de un riesgo se ven reflejados los intereses y los valores de cada grupo o institución implicados en el proceso”. Calvo y Granell, (2009, p. 15).

En este sentido, podríamos indicar que “un riesgo es una fuente de peligro cuya evaluación abarca tres elementos: el riesgo de daño humano, el riesgo de daño de propiedad; y la aceptabilidad del nivel o grado de riesgo” Kovach, (1995, p. 2).

Por lo tanto, unos de los elementos a considerar del entorno es la ubicación de espacios estables para la ubicación de personas y /o materiales de ayuda en caso de eventos extremos, el poblador tendrá el conocimiento previo de la situación actual, que necesita de la interacción de ambas para dar mejores respuestas a las contingencias vigentes y futuras; simplemente el conocimiento de áreas seguras le permite conocer que zonas puedan funcionar como albergues temporales para aquellas familias o viviendas que en un futuro sean afectadas; en este capítulo se diseñó un mapa de actuación en caso de que ocurran eventos extremos que rebasen

las condiciones de seguridad de la comunidad; que complemente la información físico natural que se ha realizado en la microcuenca.

Con esta información no se pretende abarcar la gestión de evento, solamente este proyecto indica a través de mapas los procesos de gestión que se deben considerar para tratar óptimamente el riesgo, dados los niveles de incertidumbre y cambios no predecibles que afectan a nuestras comunidades en momentos de lluvias extremas, el ofrecimiento de nuevos conocimientos e ideas antes de que ocurran los eventos naturales se visualiza como el enfoque imperante a través del cual se maximizaría el bienestar comunitario y minimizarían las inseguridades que ofrece el entorno.



Figura 55. Participación ciudadana en sistema de alerta temprana implementada en la microcuenca Milla. URO (2020)

En algunas investigaciones, se reflexiona que la prevención toma en consideración todas aquellas medidas prospectivas que se adoptan previamente a cualquier actividad futura de desarrollo, y su propósito es impedir o evitar que eventos naturales o generados por la actividad humana, causen daños, emergencias o evento.

Por su parte en cuanto a la mitigación, es entendida como todas aquellas medidas correctivas que se toman debido a la presencia con anterioridad de elementos que incrementan el nivel de riesgo de una localidad, su propósito es tomar acciones orientadas a disminuir el impacto de un evento generador de daños en la población y en la economía.

Es decir “el reto que el enfoque de la gestión del riesgo de eventos siconaturales le demanda a todos y cada uno de los actores de desarrollo, sugiere que nuestro compromiso como sociedad ante este tema debe forzosamente trascender el diseño y la articulación de protocolos de preparación y respuesta que se pudieran activar a la hora de presentarse unas contingencias que, lejos de ser producto de una suerte de comportamiento ciego” y “despiadado de una naturaleza inclemente, comienzan a aparecer como el producto inevitable y natural de condiciones y prácticas sociales e institucional, tanto públicas como privadas, que a diario exacerban nuestros inaceptables niveles de exposición a evento”. Liñayo *op cit.*, 2007, p. 7)

Dentro de las medidas reactivas propuestas para la microcuenca de la quebrada Milla, se consideró ocho (8) elementos necesarios:

1.-Atención comunitaria en caso de eventos extremos: es fundamental la ejecución de actividades en directa relación con las áreas que han sido definidas para dar respuesta a los eventos en caso de ocurrencia. Se debe considerar las unidades de coordinación, las áreas funcionales o de trabajo y las comisiones que integran cada una de las áreas funcionales. Definiendo las acciones de preparación bajo un orden y secuencia de actividades, para dar sostenibilidad a las actividades de atención y rehabilitación de las zonas afectadas. Si la comunidad conoce el entorno, antes de la ocurrencia de eventos extremos se manejaría de manera óptima las situaciones que

pueden acaecer mientras que reciben respuestas de las autoridades cuya misión y visión institucional es apoyar a las comunidades en caso de emergencias.

Citando algunas declaraciones y los objetivos del Marco de Acción de Hyogo (2005), “las estrategias se orientan, prioritariamente, a la gestión del desastre (preparación y respuesta) y, se descuidan el enfoque relativo a la reducción del riesgo”. Por lo tanto, es hora de aplicar instrumentos y mecanismos de desarrollo para reducir el riesgo antes de eventos extremos que dañan el entorno, “si tenemos comunidades previamente capacitadas se fortalecen y empoderan a los habitantes de manera que sean ellos, quienes ofrezcan oportunidades notables y reales a políticas nacionales y locales orientadas a reducir y gestionar el riesgo”. Hewitt, (1983, p. 98) y Wisner et al., (2004, p. 56).

Debemos comprender que la gobernanza del riesgo tendría que abarcar la identificación, evaluación, gestión y comunicación del riesgo en un contexto general, ampliado y transversal, que permita la reducción de este y el empoderamiento de la población.

Esto incluye la totalidad de los actores, normas, procesos y mecanismos involucrados, “que serán requeridos para: recolectar y analizar información que permitirá definir los riesgos y las responsabilidades, además de comunicarlos y elaborar decisiones consensuadas y asertivas, orientadas hacia su gestión y reducción”. IRGC, (2005, p. 85).

En base a lo anteriormente comentado, se indican los puntos seleccionados que se pueden considerar como áreas estables en el sector, estos se ubican en el núcleo de la Hechicera ULA, cancha de futbol Amadís Cañozales, barrio La Providencia, avenida Universidad, Centro de convenciones Mucumbarila, URO, avenida Universidad con calle Los Nevados, y sede de Bomberos Universitarios.



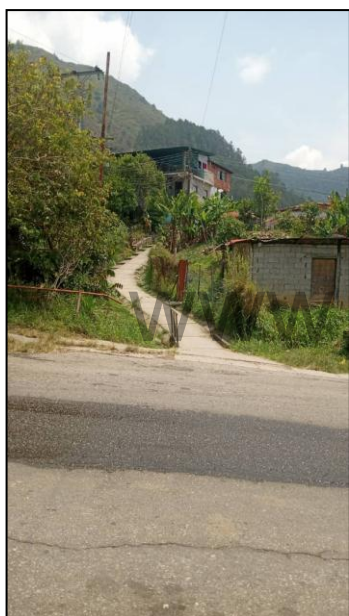
Izquierda

Derecha

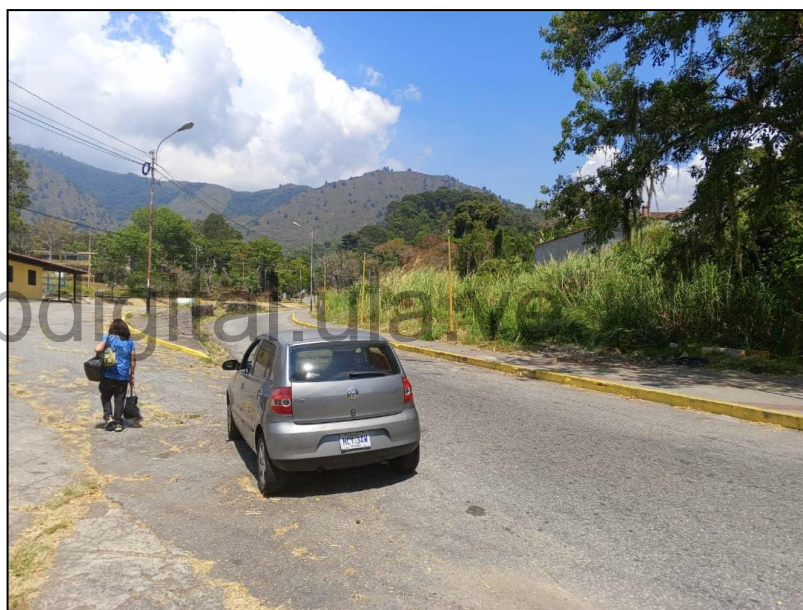
Figura 56 Áreas estables en la microcuenca Milla, sector La Hechicera (izquierda) Figura 57. El parque Venezuela, avenida Universidad (derecha). Torres (2024)

2.- Puntos de concentración: El análisis de la estructura de la edificación, requiere también la revisión del área externa, de manera que puedan establecerse sitios seguros, y puntos de concentración en caso de eventos extremos. Para fines del proyecto, se seleccionó lugares abiertos (parque, estacionamientos, patio, plazoleta) que no cuente con elementos que puedan generar riesgo (líneas vitales, y/o vegetación). Se tomó en cuenta, tanto para la selección de las vías de evacuación como para el sitio seguro o punto de encuentro, las condiciones de la población para su desplazamiento y la permanencia por corto tiempo en el lugar. Dentro de puntos de concentración se seleccionaron los sitios conocidos como barrio La Providencia y la calle interna de las instalaciones administrativas de la ULA (OFAE/ OCRE), calle Principal Los Chorros Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras, calle principal Los

Chorros intercepta con la vía alterna a la Urbanización Santa María y calle El Amparo, Núcleo La Hechicera ULA, calle Los Caobos con avenida Universidad y Plazoleta. Dentro de las acciones de preparación familiar, es necesario que se conozcan los puntos de encuentro de los lugares en los que habitualmente se encuentra la persona (instalaciones universitarias, instalaciones gubernamentales, mercados no permanentes, y viviendas). Es de vital importancia señalar, que el alojamiento temporal, se refiere al lugar donde las personas afectadas por un evento extremo se albergan por un tiempo transitorio hasta el retorno a su hogar o a otro sitio de alojamiento (UNGRD, 2013, p.113).



Izquierda



Derecha

Figura 58. Puntos de concentración en la microcuenca Milla, sector La Hechicera/ entrada a sector San Pedro (izquierda) Figura 59. Barrio Andrés Eloy Blanco II, avenida Universidad (derecha). Torres (2024)

3.- Rutas de servicio: Se procedió a delinear las rutas para la distribución de los insumos farmacéuticos hacia los puntos de concentración y rutas de evacuación, así como para la entrega de insumos alimenticios, ropa, agua y productos de aseo personal en los centros de concentración. Estas rutas se recomiendan ampliamente en caso de emergencias, para la distribución de los insumos necesarios para la población.

Las rutas de servicio son: Núcleo de La Hechicera - ULA hasta vía principal La Hechicera, vía Santa Ana Sur hasta el comedor Universitario de Los Andes, vía Santa María Norte hasta el Barrio Andrés Eloy II.

El diseño de estas rutas de servicio en caso de presentarse eventos extremos, forman parte del compromiso de crear comunidades más resilientes que conozcan su entorno antes de que ocurra el evento, no hacer antesala a que ocurra un fenómeno para poder esperar que instituciones nos marquen el camino a seguir.



Izquierda



Derecha

Figura 60 Rutas de servicio en la microcuenca Milla, vía La Hechicera –Los Chorros (izquierda) Figura 61. Avenida Universidad – La Milagrosa y vía a CORPOANDES (derecha). Torres (2024)

4.- Helipuerto: Área definida para la llegada y salida de helicóptero en la atención de emergencia. Se propone ubicar el helipuerto en la cancha de fútbol Amadís Cañozales y estimar si el área propuesta es apta para su selección además de calcular la capacidad de carga admisible del terreno.

5.- Diseñar rutas de evacuación en la microcuenca de la quebrada Milla: Las rutas de evacuación corresponden a los recorridos que se deben considerar dentro de las medidas reactivas. Es necesario que las comunidades insertas en la microcuenca de la quebrada Milla conozcan las rutas por donde deben salir en caso

de un evento extremo estas complementan las acciones de preparación para la respuesta, que consienten ayudar a las personas que se encuentran en una edificación (vivienda, oficina, institución educativa, establecimiento comercial, ambulatorio, y parques temáticos) puedan realizar una salida ordenada, rápida y segura, con el fin de proteger la vida. Estas rutas de evacuación se construyeron de manera que sea participativa, contiene información básica y concreta de lo que las personas deben hacer en caso de requerirse una evacuación; igualmente, debe ser ampliamente divulgada, de manera que las personas que habitualmente se encuentran en la construcciones o edificaciones de la microcuenca de la quebrada Milla, conozcan cuales son las rutas la evacuación. Tomando en cuenta el tipo de viviendas que forman parte de la microcuenca, se delinearon las vías de evacuación que ofrecen seguridad en el traslado de las personas de la edificación a un punto seguro, se tomaron en consideración 9 rutas distribuidas de la siguiente manera: Ruta 1 desde la calle 3 del Barrio San Pedro hasta el estacionamiento de la Facultad de Ciencias puras e ingeniería de la ULA (Hechicera), la ruta 2 se trazó desde el Barrio 5 de Julio hasta el sector La Hechicera, la ruta 3 se ubica desde el sector El Manantial hasta el Sector Eva María, la ruta 4 atendería desde la calle El Conuco hasta el sector El Manantial, la ruta 5 se delimito desde el Barrio Unión la calle intermedia de la ULA(OFAE), la ruta 6 va desde Barrio Santa María y la vía principal Los Chorros , la ruta 7 se inicia en la urbanización La Campiña hasta la calle interna de la ULA(OFAE),la ruta 8 se demarco desde la calle principal Los Chorros de Milla hasta la calle de intercepción con la urbanización Sana María Norte, la ruta 9 se dibujó desde Barrio Andrés Eloy Blanco hacia la calle Los Caobos, la ruta 10 entre la avenida universidad y la redoma German Briceño Ruta 11 vía principal Los Chorros al laboratorio de madera ULA..

Finalmente, el diseño de estas rutas de evacuación debe verse como esfuerzos relevantes que se hacen para que la comunidad conozca los recorridos más seguros antes de que suceda un evento, no esperar a que sobrevenga el desastre para indagar por donde trasladar a los pobladores afectados; el conocer las rutas de evacuación es relevantes en una comunidad preparada para tomar acciones. Si la comunidad conoce su entorno las acciones de los organismos ante el riesgo quedarían más cónsonas con

el apoyo asistencial y de solidaridad que se suele brindar luego de ocurridos estos eventos adversos, y fomentaría la ejecución de iniciativas concebidas desde enfoques mucho más prospectivos y viables.



Izquierda

Centro

Derecha

Figura 62. Rutas de evacuación en la microcuenca Milla, vía La Hechicera –San Pedro (izquierda) Figura 63. Rutas de evacuación en la microcuenca Milla Avenida Universidad – La Campiña (Centro) Figura 64. Rutas de evacuación en la microcuenca Milla Avenida Universidad-Los Chorros-La Milagrosa (derecha). Torres (2024)

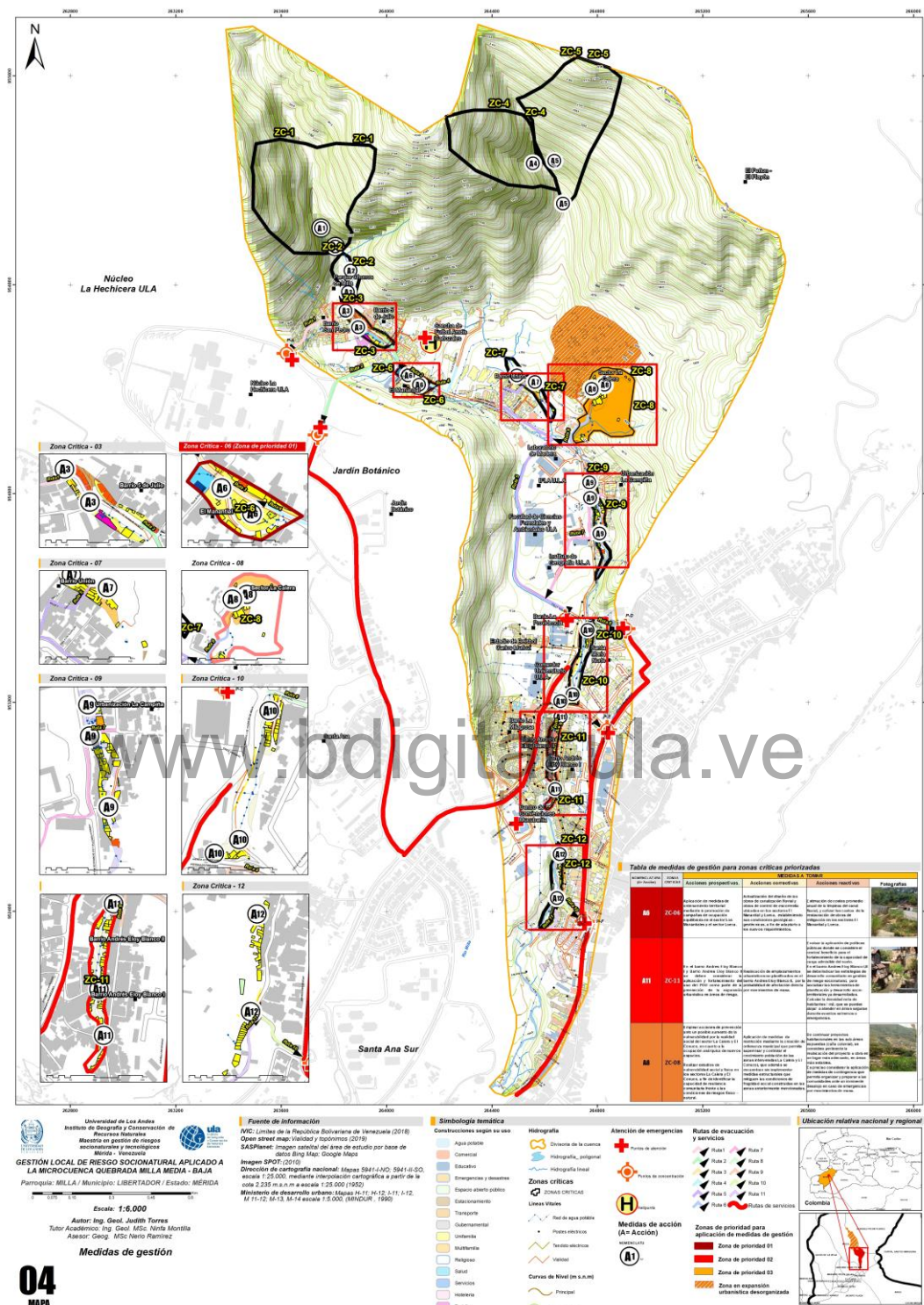


Figura 65. Mapa de medidas de gestión en la microcuenca de la quebrada Milla a escala 1:6000. (Reducción del original). Torres (2024)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La microcuenca de la quebrada Milla se encuentra en una condición de inestabilidad preocupante, marcada por la deforestación de laderas, la intervención antrópica no planificada y la reactivación de antiguos movimientos en masa. Esta situación, sumada a las precipitaciones extremas, convierte a la zona en un área altamente susceptible a deslizamientos, caídas de rocas e inundaciones, poniendo en riesgo a las comunidades aledañas.

Los estudios realizados revelan que precipitaciones entre 25 y 88 mm pueden desencadenar eventos de movimiento en masa, siendo especialmente peligrosas las lluvias erosivas de 45 mm (periodo de retorno de 10 años) y 88 mm (periodo de retorno de 10 años con 3 horas de duración).

La microcuenca presenta un comportamiento hídrico torrencial, lo que incrementa el riesgo por flujo de detritos durante periodos de lluvias intensas. A pesar de los esfuerzos realizados por la comunidad para fortalecer su preparación ante los riesgos, la vulnerabilidad de la población sigue siendo alta, especialmente en las comunidades cuyas viviendas están en lo largo del cauce fluvial.

Los mapas de localización de zonas críticas identificaron 12 áreas propensas a inestabilidades, concentrándose principalmente en las laderas de la margen derecha aguas abajo de la microcuenca. Estas zonas son altamente susceptibles a deslizamientos, caídas de rocas y flujos de detritos, afectando directamente a las construcciones y líneas vitales.

El análisis estima que el nivel de afectación abarca 48 hectáreas, con potencial daño a 283 viviendas unifamiliares y 1 multifamiliar, 22 postes de energía y 2227 metros de vialidad.

La microcuenca de la quebrada Milla se enfrenta a una ininteligible realidad marcada por la inestabilidad geomorfológica, la vulnerabilidad de las comunidades y la amenaza constante de los flujos de detritos. El análisis realizado revela que las

zonas críticas ZC9, ZC10, ZC6 y ZC3 son las más propensas a sufrir eventos de movimiento en masa, afectando potencialmente a 283 viviendas unifamiliares, 22 postes de energía y 2227 metros de vialidad. Es urgente actuar de manera preventiva y coordinada para mitigar los impactos de estos riesgos y proteger a la población. Se requieren medidas integrales que abarquen desde la gestión del territorio hasta la educación ambiental y la preparación para emergencias.

En cuanto a la gestión del territorio

- **Diseño de programas de mitigación y contingencia:** es esencial elaborar planes de acción que involucren a todos los actores competentes, desde las autoridades locales hasta las comunidades afectadas. Estos planes deben contemplar medidas para la prevención de evento, la respuesta ante emergencias y la recuperación posterior a eventos extremos.

- **Implementación de modelos urbanos apropiados:** la planificación urbana debe considerar la vulnerabilidad de la zona y promover el desarrollo de asentamientos en áreas estables y resilientes.

- **Preservación y restauración de la cobertura vegetal:** la reforestación de las laderas y la protección de la microcuenca son esenciales para reducir la erosión y disminuir el riesgo de movimientos de masa y afectación por intervención antrópica.

En cuanto a la educación ambiental y la preparación para emergencias:

- **Creación de centros de acopio:** Es necesario establecer puntos estratégicos donde se almacenen provisiones para la población en caso de emergencias.

- **Fomento de la educación ambiental:** La sensibilización de los pobladores sobre los riesgos y la importancia de la protección ambiental es decisiva para generar una cultura de prevención.

- **Charlas informativas y talleres:** Se deben realizar actividades educativas en centros educativos y comunidades para informar sobre el cuidado del medio ambiente y los riesgos naturales.

- **Prevención contra la edificación en zonas de riesgo:** Es fundamental concienciar a la población sobre los peligros de construir en márgenes de quebradas y otras zonas de riesgo.

- **Simulacros de evacuación:** La realización regular de simulacros en escuelas y comunidades es esencial para preparar a la población para actuar de manera adecuada en caso de emergencias.

- **Información sobre actores de ayuda:** Es necesario que las comunidades conozcan a los actores sociales y gubernamentales que pueden proponer asistencia en caso de evento.

- **Divulgación del mapa de medidas de gestión:** La difusión del mapa de medidas de gestión de riesgo complementará la información sobre los riesgos y permitirá a la población identificar rutas de evacuación y zonas seguras.

La protección de la microcuenca de la quebrada Milla es una responsabilidad compartida que requiere del compromiso de todos los sectores de la sociedad. Solo mediante la acción conjunta y decidida podremos construir un futuro más seguro y resiliente para las comunidades que habitan en esta zona.

Recomendaciones

- **Fortalecer los sistemas de monitoreo y alerta temprana:** es fundamental contar con sistemas de monitoreo que permitan detectar y alertar sobre la ocurrencia de eventos geomorfológicos peligrosos. Realizar estudios de seguimiento y monitoreo continuo de las zonas críticas para evaluar la evolución de los procesos geomorfológicos y actualizar los planes de gestión del riesgo.

- **Promover la investigación científica:** se requieren estudios más profundos para comprender mejor los procesos geomorfológicos que afectan a la microcuenca y desarrollar estrategias de mitigación más efectivas.

- **Asignar recursos financieros para la gestión del riesgo:** es necesario destinar recursos suficientes para implementar las medidas de mitigación y preparación para emergencias recomendadas.

La seguridad y el bienestar de las comunidades que habitan en la microcuenca de la quebrada Milla dependen de nuestra capacidad para actuar con responsabilidad y proactividad. Es hora de tomar medidas para transformar esta realidad y construir un futuro más seguro para todos.

REFERENCIAS

- Araque, M. (2018). *La Gestión de Riesgo socio natural en el ámbito comunal*. Trabajo especial de postgrado publicado. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 45 p.
- Arenas F, Lagos M, e Hidalgo R. (2010). *Los riesgos naturales en la planificación territorial*. Centro de políticas públicas de la universidad de Chile. Temas de agenda pública. Año 5. N°39. ISSN 0718-9745.
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas. Editorial Episteme.
- Arias, F. G. (1998). *Tesis & proyectos de investigación*. Caracas: Episteme. Arias, J. (1991). *Guía de proyectos de investigación*. Caracas: Autor.
- Aristizábal, E. (2011). *Análisis de umbrales empíricos de lluvia para el pronóstico de movimientos de masa en el Valle de Aburrá*, Colombia. 111 p.
- Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela (2006). *Ley Especial de Regularización Integral de la Tenencia de la Tierra de los Asentamientos Urbanos Populares*. Gaceta Oficial N° 38.480 (17 de julio de 2001).
- Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela (2009). *Ley del Poder Público Municipal*. Gaceta Oficial N° 39.163 (22 de abril de 2009). Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela (2009). *“Ley de Tierras Urbanas (2009)”* Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.933 (21 de octubre de 2009).
- Bach C. (2022)- *Estabilización de taludes con muros de suelos reforzados con geomallas biaxial aplicada al proyecto mejoramiento de la carretera Ninacacahuachon – Pasco – Huanuco- Perú*. 154 pg.
- Calvo, G. (2009). *El estudio de los riesgos con origen hidrológico en el sureste de la península Ibérica*. Enfoque geográfico y planificación territorial. 31p.
- Cardona, O. (1993). *Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo*. p.45 - 65. En: Maskrey, A (Ed.) *Los Evento No Son Naturales*. Tercer Mundo Editores. Colombia. p.137
- Cardona, O. (2001). *Estimación holística del riesgo sísmico usando sistemas dinámicos complejos*. Tesis de Doctorado en Ingeniería Sísmica. Universidad Politécnica de Cataluña, España. 323 p.

- Cardona, O. (2006). *Plan municipal de gestión de riesgos de evento en Manizales*. Alcaldía de Manizales-Colombia. 31p.
- Caritas France, Caritas de Venezuela, Unión Europea (2010). *Zonificación de las áreas susceptibles a procesos hidrogeomorfológicos en el eje Vega de San Antonio – urb. Don Perucho - El Arenal – La Pueblita*. Municipio Libertador, estado Mérida, Venezuela. 64 p.
- Castro, E. (2012). *Percepción del riesgo en relación con capacidades de autoprotección y autogestión, como elementos relevantes en la reducción de la vulnerabilidad en la ciudad de La Serena*. Universidad de Chile. 65p.
- Castro, E. y Ojeda, M. (2001). *Método estadístico univariado para la zonificación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa a escala regional*. Guía metodológica (pp. 29-49). Bogotá, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Castro, L. (1999). *Diagnóstico Socioeconómico del Estado Mérida. Plan Estratégico a Largo Plazo: Mérida Estado competitiva 2020*. Mérida, Venezuela: Institute de Investigaciones Económicas y Sociales, Facultad de Economy, Universidad de Los Andes, cap. III.
- CIGIR, (2010). *Percepción Social de riesgos en las comunidades aledañas a la quebrada Milla de la parroquia Milla*. www.bdigital.ula.ve
- Colmenares, R. (2006). *Determinación de áreas susceptibles a crecidas de desborde en la Microcuenca Río Milla, municipio Libertador, estado Mérida*. Trabajo especial de grado no publicado. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Geografía. Mérida, Venezuela, 138 p.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (2000) *Gaceta oficial N° 5.443 Extraordinario*. Caracas, 24 de marzo. 150p.
- Cruden, D; Varnes, D. (1996). Landslide types and processes, en Turner, A.K. Y Shuster, R.L., EDS., *Landslides-investigation and mitigation Washington, D.C.*, National Academy of Sciences, Transportation Research Board Special Report 247, Pag.36-75.
- Decreto N° 6.732, sobre Organización y Funcionamiento de la Administración Pública Nacional. (2009). *Gaceta Oficial N° 39.202*. Caracas, 17 de junio de 2009. 15p.
- Díaz, E. (2010). *Estudio geomorfológico aplicado a susceptibilidad de terrenos en la cuenca alta del rio Albarregas, para la gestión de riesgo en el área Metropolitana del municipio Libertador del estado Mérida*. 214 p.

- Estrategia Internacional Para la Reducción de los Evento (EIRD). (2004). *Terminología: Términos principales relativos a la reducción del riesgo de evento*. Naciones Unidas, <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>, (9/12/08).
- Ferrer, C. (1999). *La región de los Andes y su espacio geográfico. Memoria de las Jornadas Geográficas*. 393 - 408. Caracas - Venezuela.
- Ferrer, C. y Laffaille J. (2000). El alud sísmico de La Playa (1610) *Guía de Excursión. Segundas Jornadas de Sismicidad Histórica: Resúmenes y Guías*. 37 - 42. Mérida - Venezuela (04 - 06 de mayo).
- Ferrer, C. y Laffaille, J. (2004). *Formación de una laguna de obturación en el río Chama (Andes venezolanos). Posibles efectos cosísmico del Terremoto del 19 de febrero de 1845*. Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela. 94: 105 – 108.
- Ferrero, A. & Gargantini, D. (2003). El riesgo como oportunidad. Revista INVI, 18(47), 72 – 78.
- Gaceta oficial del Estado Mérida N° 239. (2001) *Ley del Instituto de Protección Civil y Administración de Evento del Estado Mérida (INPRADEM)*. Mérida, 6 de agosto. 14p.
- Gaceta oficial N° 37.594. (2002) *Ley Orgánica de Seguridad de la Nación*. Caracas, 18 de diciembre. 17p.
- Gaceta oficial N° 39.095. (2009). *Ley de Gestión Integral de Riesgos Socio-naturales y tecnológicos*. Caracas, 9 de enero. 32p.
- Gaceta oficial N° 5.557. (2001) *Ley de la Organización Nacional de Protección Civil y Administración de Evento*. (2001). Caracas, 13 de noviembre. 11p.
- Gaceta Oficial N° 39.335 (2009). *Ley Orgánica de los Consejos Comunales*., Caracas, 28 de diciembre de 2009. 42p.
- Gaceta Oficial N° 6.011 (2010). *Ley Orgánica de las Comunas*., Caracas, 21 de diciembre de 2010. 32p.
- Gaceta Oficial N° 6.174 (2015). *Decreto N° 1.618, mediante el cual se dicta el reglamento orgánico del Ministerio del Poder Popular Para las Comunas y los Movimientos Sociales*. extraordinario. Caracas, 20 de febrero de 2015. 13p.
- González., A.J. (1999). *Guía general para la evaluación de amenaza y riesgos por fenómenos de remoción en masa en estudios detallados*. Bogotá, Sociedad Colombiana de Geotecnia.

- Hewit (1983). *At Risk natural hazards*. 2da edición.
- HYOYO (2005). *Marco acción de HYOYO 2005-2015. Aumento de la resiliencia de las naciones y de las comunidades*. 25 p.
- ICGC (2005). *Análisis del riesgo por movimientos del terreno en el pirineo oriental con interferometría radar X Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables Granada*, septiembre 2022. 15p
- Instituto Forestal Latinoamericano (2012). *Diagnóstico y Jerarquización de los Torrentes de la Cuenca del Río Mocotíes*. Mérida, Venezuela. 193 p.
- Instituto Pedagógico de Miranda UPEL (1999). *El proyecto factible*. 18p.
- Kenneth, H. *Evento: Modelo para Armar Red de Estudios Sociales en Prevención de Evento en América Latina. Daños ocultos y riesgos encubiertos: haciendo visible el espacio social de los eventos*. 160p.
- La Marca, E. 1997. *Origen y evolución geológica de la cordillera de Mérida*. Cuadernos de la Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes: Mérida — Venezuela, 110p.
- Laffaille, J., Ferrer, C. y Viscarret, P. 2004. *Activación del abanico aluvial del zanjón El Paraíso (sección del río Chama) ¿indicador geológico de cambios climáticos o efectos de la intervención antrópica en un proceso natural?* Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela. 94: 115 –120.
- Lara A. (2013). *Percepción social en la gestión del riesgo de inundación en un área mediterránea (Costa Brava, España)*. 376p.
- Lavell A. (2007). *Experiencias significativas de desarrollo local frente a los riesgos de evento*. Biblioteca Nacional del Perú. PREDECAM. 60pg
- Lavell, A. (1993). *Prevención y mitigación de evento en Centroamérica y Panamá: una tarea pendiente*. Desastre y Sociedad, 1(julio-diciembre): 2-23. También disponible desde internet en: <http://www.desenredando.org>.
- Lavell, A. (2007). *Consideraciones en torno al enfoque, los conceptos y los términos que rigen con referencia a la reducción del riesgo de evento en los países Andinos miembros del*
- Lewin, C. S/F. *Reflexiones sobre la teoría en gestión*. 1 — 6. Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería.
- Léxico Estratigráfico de Venezuela. (1997). *Ministerio de Energía y Minas, República de Venezuela*. Tercera edición Tomos I y II. 827p.

- Liñayo, A. (2004). *Estudio de percepción social del riesgo de la parroquia Catia La Mar — estado Vargas*. Servicio de Apoyo Local SOCSAL. Programa de prevención de evento de la Comunidad Económica Europea — PREDERES.
- Liñayo, A. (2017). *Penalización de la construcción social del riesgo de evento en el Países Andinos*. Trabajo especial de postgrado, publicado. Facultad de Ciencias Forestales y ambientales. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Liñayo, A. S/F. *Aportes al tratamiento de la diversidad social en la reducción del riesgo urbano*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Evento en América Latina — LARED. Centro de Investigación en Gestión de Riesgos — CIGIR.
- Liñayo, A. S/F. *Una Mirada al Tratamiento del Riesgo Tecnológico Urbano en América Latina*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Evento en América Latina — LARED. Centro de Investigación en Gestión de Riesgos — CIGIR.
- Llúncor, D. (2004). *Análisis de amenazas por crecidas torrenciales en la quebrada Milla, edo. Mérida*. Trabajo especial de grado no publicado. Facultad de Ciencias Forestales y ambientales. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 92 pág.
- Manizales (2017) *Plan de ordenamiento Territorial*. Manizales, Colombia. 37p
- MAVDT. (2005). *Guía Metodológica 1. "Incorporación de la Prevención y la Reducción de Riesgos en los Procesos de Ordenamiento Territorial"*, Dirección de Desarrollo Territorial, Bogotá, D.C.
- Medina (2012). *El comportamiento geológico en el diagnostico físico natural como base para los planes de ordenamiento urbanístico y territorial (con énfasis en áreas urbanas montañosas). Caso de estudio: sección del área metropolitana de Mérida correspondiente al municipio Libertador*. Universidad de Los Andes. Tesis de postgrado.
- Melice y Reason (2007) *Periodos de retorno de lluvias torrenciales para el estado de Tamaulipas, México*. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario, 87149, Cd. Victoria, Tamaulipas, México. E-mail: jgl09@hotmail.com. Pg
- Mélice, J. L. and C. J. C. Reason (2007), "Return period of extreme rainfall at George, South Africa", *South African Journal of Science*, vol. 103, nos. 11–12, pp. 499–501.
- MINAGUAS (2024). *Las soluciones de adaptación a los ecosistemas*. Comisión Central de coordinación ambiental –ULA -Mérida. Venezuela. 36pg.

- Ministerio de Minas e Hidrocarburos. (1997). *Léxico Estratigráfico de Venezuela*. Caracas- Venezuela.
- Ministerio del Desarrollo Urbano, dirección general sectorial de edificaciones unidad de investigación, MINDUR. (1987). *La Norma Venezolana COVENIN 1750-80 "Especificaciones Generales para Edificios"*, Caracas -Venezuela.
- Mora, S. (1990). *Inestabilidad de laderas en la cuenca alta del río Chicamocha. Informe de la misión de asesoría*. UNDRO, Oficina Nacional para la prevención y Atención de Evento (ONAD) de Colombia.
- MPPCT – INGEOMIN, (2007-2013). *Gestión Integral de Riesgos en espacios Urbanos, Componente Amenaza Geológica – Geomorfológica del área metropolitana de Mérida*. Mérida, Venezuela.
- Ojeda, J.; Castro M.; Valencia A.; y Fonseca S. (2001). *Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa. Guía metodológica*. Escuela colombiana de ingeniería en coedición con INGEOMINAS, editorial colombiana de ingeniería, Bogotá- Colombia.
- ONU-Habitat. 2009. *ONU-HABITAT del mundo*. Obtenido de http://www.onuhabitat.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=74&Itemid=71.
- Organización de Naciones Unidas (ONU-HABITAT), (2003). *Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe*. [Documento en línea] Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. [Consultado el abril del 2013]. Disponible en: <http://omu.caf.com/media/32420062008/estado%20de%20ciudadesamerica%20latina%20y%20el%20caribe.-onu%20habitat.pdf>
- Pallela, M. (2006). *Metodología de la investigación cuantitativa*. McGraw-Hill. Madrid
- PMA: *Subproyecto Comunicación Con las Comunidades, Subcuencas Montalbán la Ceibita*, (2005).
- PNUD- UNDRO (1991). *Vulnerabilidad y evaluación del riesgo. Programa de entrenamiento para el manejo de evento*. Modulo preparado por A.W Coburn, R.J.S Spence y A. Pomonis.
- POU (1999). *Guía de elaboración del Plan Urbanismo del estado Mérida*. Ministerio de infraestructura. Viceministerio de planificación. Dirección general de planificación y regulación de obras públicas y desarrollo urbano, Mérida estado Mérida.

- POU-Mérida (2018). *Plan de ordenación urbanístico del área metropolitana de Mérida*.
- Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD). (2005). *Gestión Local del Riesgo y Preparativos de Evento en la Región Andina*. Programa de Preparación ante Evento (DIPECHO). Quito, Ecuador. 158p.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA). (2007). *Movimientos de masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, N° 4, 432 p.
- Ramírez, M. (1993). *Inventario integrado de recursos físicos naturales y uso actual de la tierra en la cuenca del río Milla, estado Mérida*. Trabajo especial de grado no publicado. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Geografía, Mérida, Venezuela.
- Ramírez, N. Y Midorri, S. (2011). *Zonificación de áreas susceptibles ante movimiento en masa*. 46p.
- Rodríguez Y. y Ramírez, C. (2013). *Estimación de la vulnerabilidad social ante la ocurrencia de eventos hidrogeomorfológicos, microcuenca El Guayabal, cuenca del río Mocotíes*. Universidad de los Andes. Mérida - Venezuela. 197 p.
- Padrós, L. 2008. *Indicadors urbans per a un observatori urbà associats a la millora de barris a Yaoundé*. Tesina, UPC.
- Rodríguez, W. (1960). *Estudio hidrográfico de la cuenca del río Milla*. Trabajo especial de grado no publicado. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de geografía. Mérida, Venezuela. 45 pág.
- Rojas, D. (1975). *Análisis hidrológico forestal de la cuenca del río Milla*. Trabajo especial de grado no publicado. Escuela de Geografía, Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 138 Pág.
- Rossas, E. (2008). *Lineamientos para la incorporación de la gestión de riesgos en el plan de desarrollo del municipio de los patios*. San José de Cúcuta-Colombia. 64p.
- Silva (1990). *Diagnóstico de probabilidades de lluvias asociados a eventos del ciclo ENOS en la costa de Ecuador*. 6p.
- Smolka, y Biderman (2011). *Vivienda informal: una perspectiva de economista sobre el planeamiento urbano*. Lincoln Institute of Land Policy. Cambridge, USA. [Consulta: 2013, marzo 1]. Disponible en: http://www.lincolninst.edu/pubs/dl/1966_1287_SmolkaBidermanWP11MS2S_P-Revised-SP_Final.pdf. 185pg.

- Suárez, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Instituto de investigaciones sobre erosión y deslizamientos. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga - Colombia. 146p.
- Thompson (1990). *Percepción del riesgo en relación con capacidades de autoprotección y autogestión, como elementos relevantes en la reducción de la vulnerabilidad en la ciudad de la Serena*. Revista invi, vol. 27, núm. 75, agosto, 2012, pp. 105-142 p
- Torres J. (1979). *Población subordinada social y económicamente, los barrios populares de Mérida*. Mérida, Venezuela: Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales, Facultad de Economía, Universidad de Los Andes, cap. IV.
- Torres, Judith (2012) *Modelo integral para la evaluación de la amenaza geológica aplicado a la Microcuenca Milla como una contribución a la gestión integral de riesgos, municipio Libertador*, Trabajo de grado mención publicación. Universidad de Los Andes Facultad de Ingeniería. Escuela de geológica. Mérida, Venezuela.
- ULA-PAMALBA (2009). *Investigación y formulación de propuestas para gestionar e integrar ejes estructurantes ambientales en el desarrollo urbano de ciudades altoandinas. Caso: Parque Metropolitano Albarregas-Ciudad de Mérida*. Mérida, Venezuela. 328 p.
- UNDRO (1979). *Natural disasters and vulnerability analysis*. Informe de reunión del grupo de expertos. Ginebra, oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el socorro en Caso de Desastre.
- Varnes, D. (1984). *Landslides hazards zonation: a review of principles and practice*. Natural Hazards 3 UNESCO. 61p.
- Velázquez, E.; Aste, J.P (1997). *Algunas bases para la concepción de escenarios de riesgo asociado a fenómenos de inestabilidad*. Revista INGEOMINAS.
- Weinstein, N. (1980) *Riesgo del desastre y la Gestión del Riesgo*. ... Incorporando la gestión del riesgo de evento en la planificación y gestión territorial
- Yee, J. (2008). *Zonificación de áreas susceptibles y niveles de vulnerabilidad ante amenazas del tipo movimientos de masas y desbordes por crecidas, en el trayecto urbano de la quebrada Milla*. Trabajo de grado no publicado. Universidad de los andes. Facultad de ciencias forestales y ambientales. Escuela de geografía. Mérida, Venezuela.
- Yokohama (1994). *Decenio Internacional para la Reducción de los Evento Naturales Estrategia y Plan de Acción de Yokohama para un Mundo más*

Seguro. Directrices para la Prevención de los Evento Naturales, la Preparación para Casos de Desastre y la Mitigación de sus Efectos La Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Evento Naturales Yokohama, Japón, del 23 al 27 de mayo de 1994s .17p.

Yue, S. (2000), "*The Gumbel mixed model applied to storm frequency analysis water*", *Resources Management*. 377–389 p.

www.bdigital.ula.ve