

# **Zonificación de Amenaza Hidrometeorológica, como instrumento en la Ordenación Territorial en la Cuenca del Río Ocumare. Estado Miranda**

*Centeno Grace  
Jara Wendy*

## **RESUMEN:**

El Objetivo de este trabajo es aplicar una metodología para la Zonificación de Amenaza Hidrometeorológica, como instrumento en la Ordenación Territorial en la Cuenca del Río Ocumare con el fin de mitigar las posibles afectaciones. Se efectuó un análisis conjunto de todos los factores que determinan la ocurrencia de aludes torrenciales en relación con su distribución espacial, En la actualidad, muchos investigadores han abordado la zonificación de amenaza Hidrometeorológica utilizando las bondades que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los sensores remotos. El análisis conjunto de todos los factores que determinan la ocurrencia de aludes torrenciales en relación con su distribución espacial, ha ganado enormemente con la introducción de los SIG, la herramienta ideal para el análisis de parámetros con un alto grado de variabilidad espacial (Van Westen & Soeters, 1999). Para la Zonificación de Amenazas Hidrometeorológicas en la Cuenca del Río Ocumare, se aplicó *El Método Heurístico o de "mapeo directo"*, basado en la combinación cualitativa de mapas temáticos, se generaron cuatro (4) sobreposiciones Overlay los cuales están relacionados por el potencial de los elementos físicos - naturales y humanos en la ocurrencia de un alud torrencial a causa de un evento hidrometeorológico de magnitudes extraordinarias. Los resultados obtenidos son que el 56% de la superficie total de la cuenca, correspondiente a 9.266 ha, se encuentra bajo una alta amenaza hidrometeorológica lo que significa que el 90 % de la población está expuesta a la misma, dicha población está en la subcuenca baja que corresponde a los asentamientos Independencia, Ocumare de la Costa, Las Monjas, La Trilla, Aponte y Cumboto. El 40% de la superficie total del área correspondiente a 6.604 ha se encuentra bajo una amenaza moderada a baja ubicada en la subcuenca alta lindero del parque nacional.

**Palabras Claves:** Amenaza hidrometeorológica, Alud Torrencial, Vulnerabilidad, Método Heurístico, Zonificación.

\*\*\*\*\*

## **ABSTRACT:**

The objective of this work is to implement a methodology for Zoning threat hydrometeorological, as a tool in spatial planning in the watershed of River Ocumare River in order to mitigate possible effects. Conducted an analysis of all factors that determine the occurrence of avalanches torrential regarding their spatial distribution, at

present, many researchers have addressed the zoning of hydrometeorological threat using the advantages offered by the Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing. The joint analysis of all factors that determine the occurrence of avalanches torrential regarding their spatial distribution, has gained enormously from the introduction of GIS, the ideal tool for analysis of parameters with a high degree of spatial variability (Van Westen & Soeters, 1999). Zoning for Hydrometeorological Hazards in the Ocumare River the method of heuristic or "direct mapping" based on a combination of qualitative thematic maps were generated four (4) overlaps overlay which are linked by the potential physical elements - natural and human in the occurrence of a landslide caused by torrential hydrometeorological event of extraordinary magnitude. The results are that 56% of the total area of the basin, covering 9266 ha, is under a high threat hydrometeorological which means that 90% of the population is exposed to it, this stock is in the sub - corresponding to low settlements Independence, Ocumare de la Costa, Las Monjas, threshing, and Aponte Cumboto. 40% of the total area for 6604 has been under a moderate to low threat located at the edge of the high sub-national park.

**Key words:** Threat hydrometeorological, Avalanche torrential Vulnerability, heuristic methods, Zoning.

## INTRODUCCIÓN

La ocurrencia de eventos naturales representa una seria limitación para el desarrollo económico, particularmente en los países en desarrollo, donde “la pérdida material y humana debida al impacto de catástrofes naturales se ha convertido en uno de los factores que ha marcado la diferencia entre el crecimiento económico y el estancamiento” (Fournier d’Albe, 1976; Swiss Reinsurance Company, 1990). Por esta razón, la UNESCO en el área de Ciencias de la Tierra tiene como principales metas la implementación de programas para mitigación y prevención de daños causados por este tipo de catástrofes naturales (Varnes, 1984).

Entre las amenazas naturales se cuentan las llamadas “Hidrometeorológicas”, las cuales, entendidas en un sentido amplio, son la combinación de los factores físicos dinámicos extremos, tales como muy alta precipitaciones, alta densidad de drenaje y altas pendientes, en áreas con condiciones de meteorización química o descomposición de las rocas originales del sustrato geológico, que pueden alcanzar decenas de metros de espesor, y pueden ser fácilmente desprendidos, mediante los procesos de erosión superficial o por movimientos de masa. En estas condiciones los procesos de erosión superficial y de movimientos de masa pueden ser acelerados por prácticas de deforestación de las vertientes y por eventos extremos, tales como lluvias intensas, o vibraciones sísmicas. (PNUD, 1995).

En la actualidad, muchos investigadores han abordado la zonificación de amenaza Hidrometeorológica utilizando las bondades que ofrecen los Sistemas de

Información Geográfica (SIG) y los sensores remotos. El análisis conjunto de todos los factores que determinan la ocurrencia de aludes torrenciales en relación con su distribución espacial, ha ganado enormemente con la introducción de los SIG, la herramienta ideal para el análisis de parámetros con un alto grado de variabilidad espacial (Van Westen & Soeters, 1999).

En Venezuela, existe una creciente necesidad de implementar estudios de amenazas en numerosas cuencas que pueden ser afectadas por este tipo de fenómeno. Un ejemplo palpable de evento natural fue lo ocurrido en el Estado Vargas en Diciembre de 1999 producto de las lluvias extremas que afectaron a parte del área Norte del país, es un ejemplo contundente de la urgencia de llevar a cabo este tipo de estudios, imposibles de desestimar en cualquier acción de planificación.

En este sentido, se propone en esta investigación la aplicación de una metodología para Zonificar Amenazas Hidrometeorológicas en un área piloto, la Cuenca del Río Ocumare en el Estado Aragua, Venezuela; empleando para ello imágenes de satélites en combinación con software de Sistema de Información Geográfica. Lo que permitió la selección de esta cuenca atiende a dos razones fundamentales; en primer lugar, a su importancia como recurso hídrico pues el río Ocumare abastece de agua a casi toda la población de la cuenca, y en segundo lugar, porque durante la tragedia del Río Limon en el Estado Aragua de Septiembre de 1987, aproximadamente resultó afectada por la ocurrencia de inundaciones y deslizamientos que dejaron más de cien muertos, 90 desaparecidos, 300 heridos, lesionados y miles de personas damnificadas, hechos que dejan claro su vulnerabilidad ante una amenaza hidrometeorológica.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El planeta Tierra ha experimentado modificaciones en el comportamiento de los elementos climáticos, debido al *“recalentamiento de la atmósfera, producto de las alteraciones en la capa de ozono y al efecto invernadero”* (Rodríguez 2000).

Según El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, señalan en su tercer informe, que desde 1861 y durante el siglo XX, la temperatura media mundial de la superficie terrestre ha incrementado en 0,6°C, produciendo el deshielo de los casquetes polares en un 10% y el aumento de los niveles medios del mar entre 1 a 2 cm. Estas alteraciones han generado una mayor incidencia de eventos hidrometeorológicos, intensificando la actividad ciclónica en el Caribe, el Océano Indico y el Pacífico Occidental, dejando cuantiosas pérdidas humanas como materiales.

De, U.S. y K.S. y Joshi (1998), plantean que en los países en desarrollo se registran el 90% de las muertes a causa de fenómenos meteorológicos o eventos relacionados con procesos atmosféricos, donde se alcanza un nivel de catástrofe. Este último se entiende como los *“Sucesos desafortunados que alteran gravemente el orden*

regular de la sociedad y su entorno; por su magnitud genera un alto número de víctimas y daños severos”<sup>1</sup>.

Venezuela por su ubicación en el Caribe, se encuentra influenciada por los vientos alisios del noreste y por la Convergencia Intertropical; siendo ésta una zona de inestabilidad atmosférica producto de la confluencia de los vientos alisios del NE y SE, que presentan características meteorológicas diferentes. La presencia ocasional de restos de frentes fríos provenientes del norte sobre la franja ecuatorial, producen en los meses de diciembre y febrero lluvias esporádicas que se acentúan en zonas costeras, por esta razón, la vertiente septentrional de la Cordillera de la Costa desde tiempos históricos, ha sido escenario de diversos eventos naturales de origen meteorológicos e hidrológicos, como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 3**  
**Eventos históricos relacionados con fenómenos hidrometeorológicos,**  
**en la Cordillera de la Costa (1798 – 1999)**

FECHA	LOCALIDADES AFECTADAS	DESCRIPCIONES GENERALES
Febrero 1798	Puerto de La Guaira	60 horas de lluvia en la cabecera de la cuenca del Río Osorio.
Enero 1914	La Guaira y Puerto Cabello	Caída de 1200 mm de lluvia entre 5 y 6 horas continuas.
Noviembre 1938	Maiquetía	Desbordamiento del Río La Guaira, afectado considerablemente la población de Maiquetía
Noviembre 1944	La Guaira	Desbordamiento del Río Mamo, afectando la carretera principal.
Agosto 1948	Maiquetía, Macuto y sus alrededores	Las lluvias tuvo una duración de 3 horas y media, y su radio de acción abarcó las hoyas de los ríos: Piedra Azul o Maiquetía, Osorio, Punta de Mulatos o Cariaco, Río Escondido o Macuto, el Cojo y Camurí Chico
Febrero 1951	Los estados afectadas fueron: <b>Vargas</b> (Maiquetía Macuto, Carayaca, Catia La Mar, Naiquatá, Arrecifes, Mamo, La Guaira, Caño Amarillo). <b>Miranda</b> (Carretera Petare - Higuerote). <b>Carabobo</b> (Puerto Cabello).	Las cantidades registradas fueron entre 10 a 20 mm/día, aunque en regiones montañosas de las cordilleras los valores llegaron a ser hasta de 140 mm/día.  A consecuencia de la lluvia se registraron derrumbes, deslizamientos, inundaciones, en diversas áreas del país, en especial en las

Continuación....

<sup>1</sup> Asociación Iberoamericana de Organismos Gubernamentales de Defensa y Protección Civil Defensa Civil Colombiana (2.000)

	<b>Distrito Capital</b> (Carretera Vieja La Guaira- Caracas, Los Dos Caminos, San Bernardino, Antimano, Aeropuerto La Carlota, Altamira, Los Palos Grande, La Pastora, Chacao, La Campiña, etc.).	zonas costera donde se produjeron arrastres torrenciales y cuantiosos daños a infraestructuras de servicios y residenciales.
Febrero 1961	Los estados afectadas fueron: <b>Distrito Capital</b> (Caracas). <b>Aragua</b> (Choroní, Ocumare de la Costa). <b>Vargas</b> (Arrecife, Catia La Mar, Maiquetía, La Guaira, Punta de Mulatos, Macuto, Caraballeda, Tanaguarena, Naiguatá, Anare y Los Caracas).	Se registro 60 horas de continuas lluvias lo que genero la crecida de ríos y quebradas, como por ejemplo en la vertiente norte los ríos: Choroní, Chuao, Paraulata, Maya, Limón, Chichiriviche, Urica, Mamo, Tacagua, La Zorra, Piedra Azul, Osorio, Punta de Mulatos, Macuto, El Cojo, Camurí Chiquito, San Julián, Cerro Grande, Uria, Naiguatá, Anare. Del lado de la vertiente Sur de Caracas crecieron los siguientes: Catuche, Cotiza, Anauco, Gamboa, Guaire, Chacaito, Galindo, Caurimare, Pajarito, Tócome, Macanillal y Tacamalaca.
Septiembre 1986	<b>Estado Aragua;</b> Las principal población afectada fue la del El Limón, así como los sectores EL Progreso, Mata Seca, La Candelaria Caña de Azúcar y Ocumare de la Costa.	Se registraron sobre la cuenca del Río Limón entre 180 y 200 mm de agua en un lapso de 6 horas de lluvias, una magnitud que sobrepasa los registros de 45 años de la Estación Rancho Grande. Este fenómeno fue a causa de una tormenta estacionada sobre la Cordillera de la Costa, la cual no pudo desplazarse producto de una Depresión Tropical en el Caribe, produciendo deslaves y derrumbes que ocasionaron cuantiosas pérdidas humanas y materiales.
Diciembre 1999	<b>Distrito Capital</b> (Caracas), y Vargas (Maiquetía, macuto, Catia La Mar, Carayaca entre otros).	Se produjeron lluvias continuas por 17 días, donde se registraron 1207mm solo en la Estación Meteorológica de Maiquetía, en el Estado Vargas.

Fuente: Elaboración propia, basado en diversos documentos; Rigoberto Andressen y Roger Pulwarty(2000); Hernández Pino(1939); Rol(1949), y prensa Nacional El Siglo 16 / 11 / 1988,Pág. 21

Según el CENAPH<sup>2</sup>, en Venezuela los eventos indirectos suelen ser más catastróficos y de mayor impacto sobre el territorio, que aquellos que ocurren de manera directa sobre la zona caribeña. Esta misma fuente describe que, en los últimos 120 años, Venezuela ha sido afectada por 30 Ciclones Tropicales, a causas de los vientos procedente del Atlántico los cuales se internan en aguas caribeñas del territorio, lo que provoca lluvias persistentes al norte del país, es por esta razón las ocurrencia de deslaves sobre la Cordillera de la Costa desde tiempo históricos (Ver Cuadro I.1-2).

<sup>2</sup> Centro Nacional de Alerta y Pronóstico Hidrometeorológico adscrito al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (CENAPH).

La Cuenca del Río Ocumare se ubica en la Región Norte-Costera de Venezuela en la vertiente norte del sistema montañoso de la Cordillera de la Costa, dentro del Parque Nacional Henri Pittier, presenta una influencia directa a los efectos de la Convergencia Intertropical y a la presencia ocasional de restos de frentes fríos provenientes del norte, que la convierten en un área potencial a ser afectada por eventos hidrometeorológico, exponiendo a la población a un alto grado de vulnerabilidad.

En el área de estudio se encuentran emplazadas 7.313 habitantes<sup>3</sup> para el año 2001; En el valle intramontano sobre terrazas fluvio – marina, se ubican los dos principales centros poblado; Independencia y Ocumare de la Costa, (Ver Mapa N°1) donde se emplaza el 80% de la población total del área de estudio correspondiente a 5.850 habitantes<sup>4</sup>. Esta zona presenta una constante deposición sedimentaria a causa de la erosión producida por el Río Ocumare, que es el principal modelador y único colector de los afluentes que nacen y drenan en toda la cuenca. Sobre el piedemonte, entre ríos y quebradas, se encuentran diversos centros poblados rurales como: La Trilla, Aponte, Cansamacho, Cumboto, entre otros (Ver Mapa N°1), que residen 1.463 habitantes correspondiente al 20%<sup>5</sup> de la población emplazada en el área de estudio. Estas poblaciones estarían igualmente afectadas en el caso de ocurrir un evento de magnitudes extraordinarias, debido a las características geomorfológicas e hidrológicas de la cuenca.

En vista de la situación antes plantea, se considera necesario la aplicación de una metodología para la Zonificación de Amenazas Hidrometeorológicas, que permitirá identificar las áreas inestables que puedan ser afectadas por *aludes torrenciales* a causa de fuertes lluvias, y así definir la ubicación geográfica idónea de los asentamientos humanos, en el proceso de ordenación territorial en la Cuenca del Río Ocumare.

## **MARCO ESPACIAL Y TEMPORAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

La Cuenca del Río Ocumare en el contexto político – administrativo, el área de estudio se ubica al noroeste del Estado Aragua, en el Municipio Ocumare de la Costa de Oro, localizado en el Sistema de Cuadrículas Universal Transversal Mercator (U.T.M) a 1.142.000 y 1.162.000 m.N.; 623.000 y 646.000 m.E, Huso 19, Datúm REGVEN. (Ver Mapa N°1)

En el Marco Espacial, el área de estudio posee una superficie total de 16.690,55 ha, de las cuales el 91,11% (15.206,57 ha) se encuentra dentro de la poligonal del Parque Nacional Henri Pittier, significa que el 8,89% del área de estudio equivalente a 1.483 ha se encuentra fuera de los linderos del parque, correspondiente al valle intramontano del Río Ocumare definido entre las cotas 60 a 0 msnm (Mapa N° 1).

---

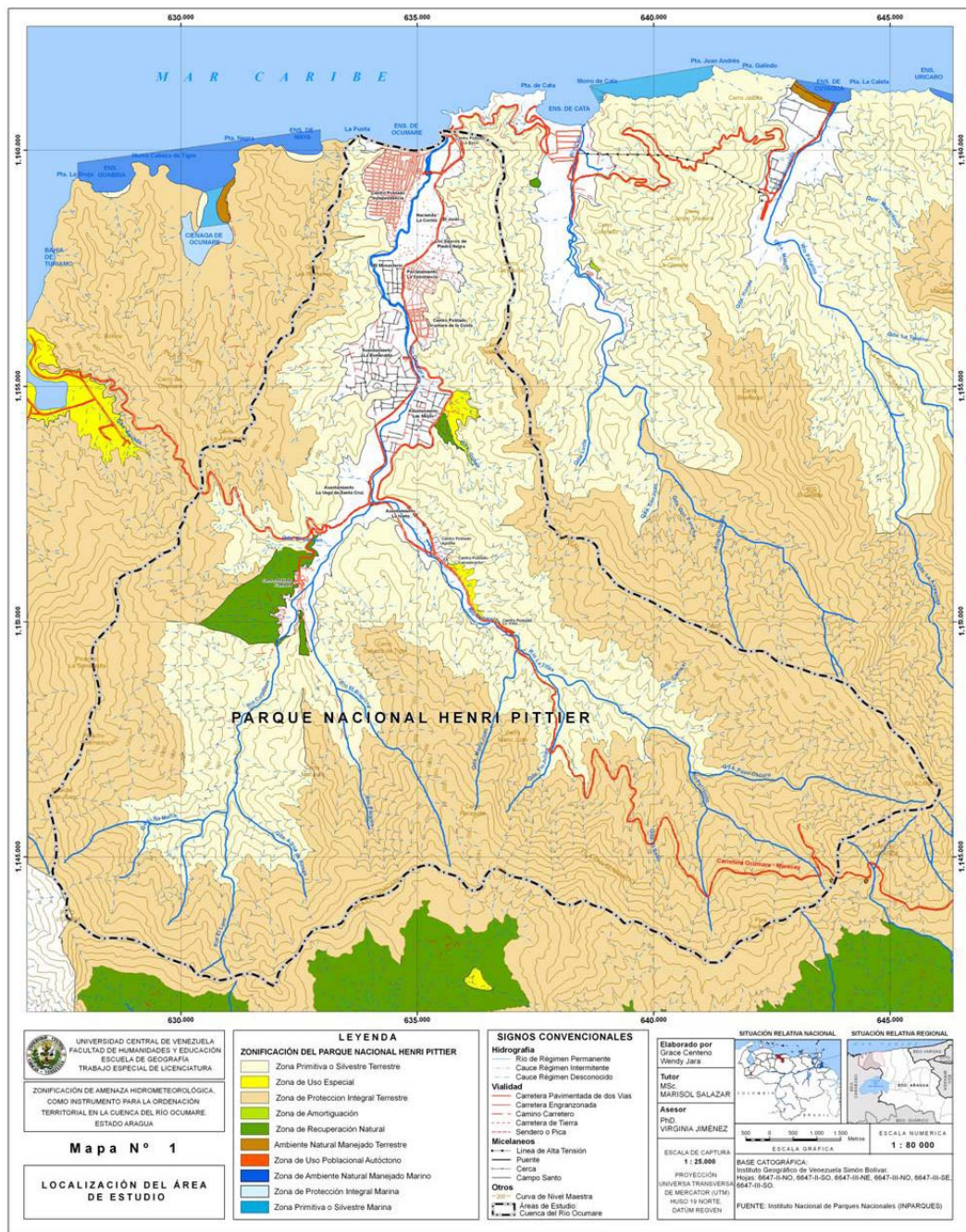
<sup>3</sup> Instituto Nacional de Estadística. Censo 2001

<sup>4</sup> Según el Instituto Nacional de Estadísticas, Censo 2001

<sup>5</sup> Según el Instituto Nacional de Estadística. Censo 2001

En el Marco Temporal, la investigación se enmarco en un período de estudio de 16 años; considerado desde 1975 a 1990. Se seleccionó este período de tiempo en base a las 9 estaciones meteorológicas seleccionadas para análisis hidroclimático, en el cual se observan el número de años registrados por cada estación desde su inicio hasta su actual estado de funcionamiento. Se escogió un periodo concurrente de registro, así como la mayor cantidad de registros completos.

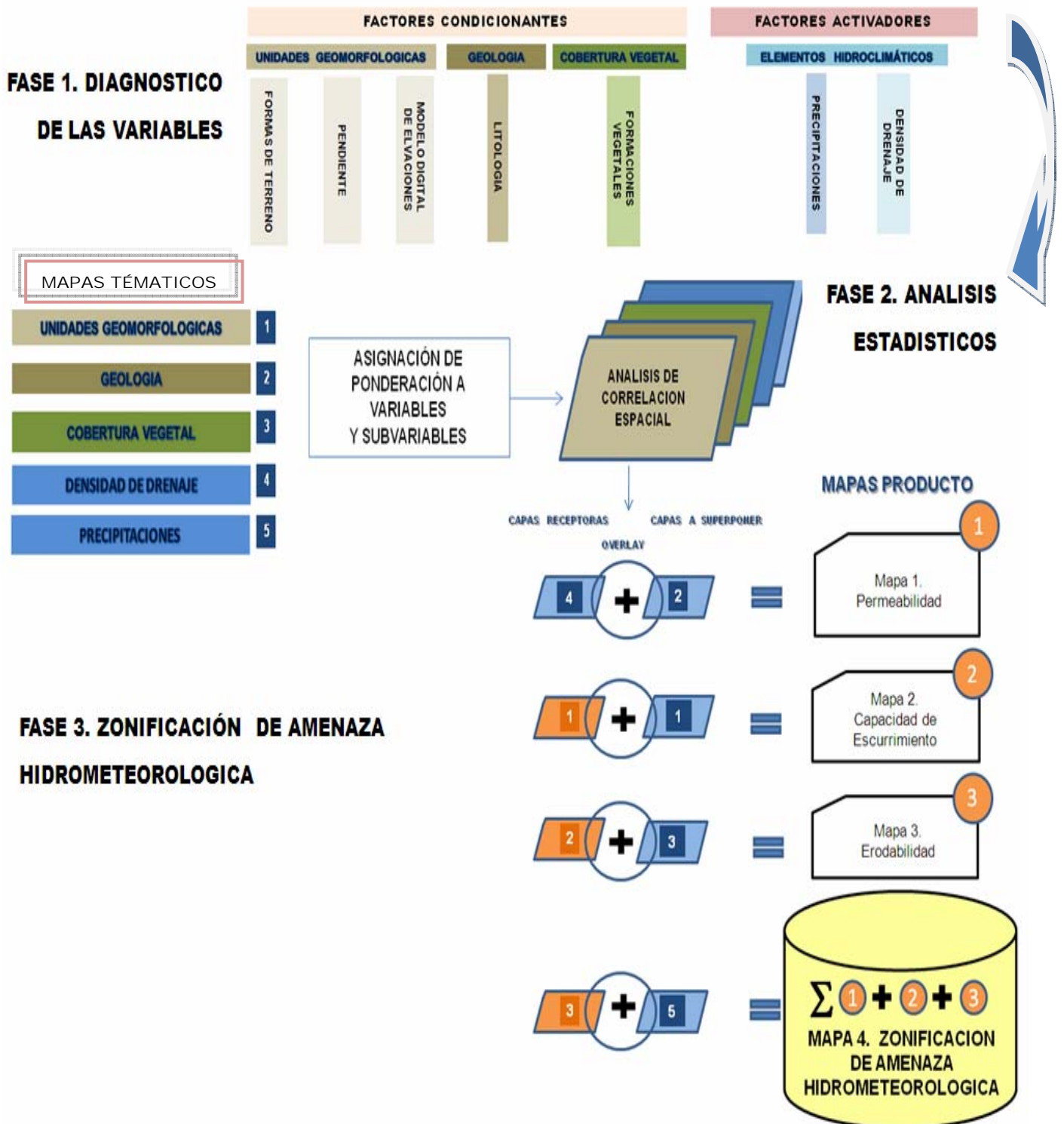
## MAPA N° 1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO





# METODOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA

Diagrama N° 1





Este diagrama muestra tres fases que se realizaron para obtener la zonificación de Amenaza Hidrometeorológica, en las cuales se determinaron factores condicionantes y activadores de los procesos de torrencialidad. Los factores condicionantes son variables que intervienen y son poco dinámicos en la ocurrencia de un evento extraordinario, esto son la litología, que se considero en el componente geológico, la geomorfología de la cual se considero la forma y pendiente del terreno y la cobertura vegetal como variable protectora del suelo. Por su parte los factores activadores son esas variables catalizadores de los eventos extraordinarios como lo son: la precipitación por su intensidad, duración y frecuencia en el terreno y la densidad de drenaje que cuantifica el caudal de cauce que presenta el área de estudio.

Estas variables tienen un mayor peso en la zonificación de amenaza Hidrometeorológica, debido a que contribuyen con el incremento de probabilidad de ocurrencia de esta amenaza. Como resultado de estas superposiciones de mapas, se generan cuatro (4) mapas productos: Mapa de permeabilidad, Mapa de Escorrentía, Mapa de Erodabilidad y el mapa de Amenaza Hidrometeorológica.

El mapa de permeabilidad indica la capacidad de que los suelos se sature de agua por infiltración, debido a su composición litológica de textura finos, usando este mapa se realizó un nuevo overlay con el mapa de geomorfología, considerando la forma de terreno y pendiente, donde las áreas de montañas predominan pendientes superiores a 40%, por lo que se estableció la siguiente relación:

**A mayor pendiente, Mayor escorrentía superficial y Menor infiltración.**

A partir de este último mapa se realizó un tercer overlay con el mapa de cobertura vegetal. Se puede inferir que en las áreas de montañas existen suelos delgados y se desarrollan bosques de raíces superficiales de alto estrato y densidad, propensos a desprendimientos del suelo. La concentración de precipitación (Mapa N° 9) en estas áreas susceptibles activa el proceso de desprendimiento de los suelos generando un alto grado de amenaza en la cuenca.



**Foto N° 15** Paisaje Natural donde se muestra la cobertura vegetal en la zonas de pendientes escarpadas.

## **ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

### **Mapa de Zonificación de Amenaza Hidrometeorológica**

En la cuenca del Río Ocumare, se observa que el 56% de la superficie total de la cuenca correspondiente a 9.346708Ha, se encuentra bajo una alta amenaza hidrometeorológica, se localiza en mayor proporción en la subcuenca baja, principalmente en los poblados Independencia, Ocumare de la Costa, Las Monjas, La Trilla, Aponte, Cumboto. En cambio un 40% correspondiente a 6.676,22 Ha de la superficie total del área, se encuentra bajo una amenaza moderada, donde se ubica la vía principal para Ocumare de la costa-Maracay. Y el 4% de la cuenca correspondiente a 667622 Ha se ubica una baja amenaza.

Las áreas con alta amenaza presentan una fuerte erosión del suelo, causada por la erosión de los cursos de agua la cual está asociada a otros componentes como la litología, geomorfología y pendiente presenta las condiciones favorables para la ocurrencia de aludes torrenciales. Se puede observar (Ver Mapa N° 16), que esta área mientras más próxima se encuentre a la zona de un curso de agua, existe mayor riesgo de que ocurra un aludes torrenciales. De igual forma, las zonas con mayor densidad de drenaje son más vulnerables a ciertos tipos de movimiento de aludes, derrubios que suelen ocurrir a partir de precipitaciones intensas, y crecidas excepcionales de ríos y quebradas en pendientes escarpadas.

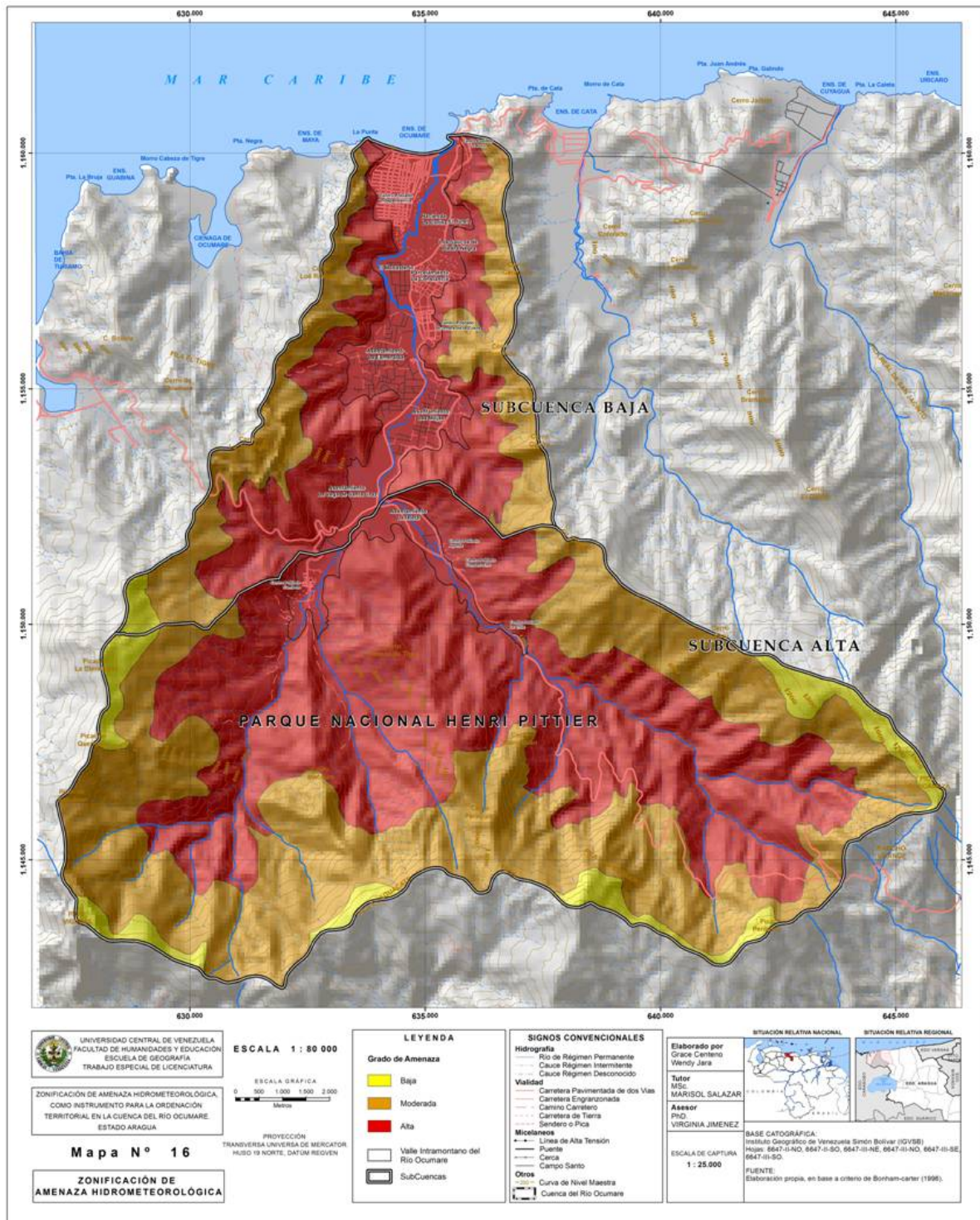
Partiendo del análisis realizado, la morfometría de drenaje en la cuenca del río Ocumare presenta características físicas diferentes. Atendiendo a los valores encontrados en su coeficiente de bifurcación de 3,69 y un índice de forma de 0,71, lo que es indicativo a la irregularidad de la cuenca por la tendencia a 1.

En cuanto a la geología y la geomorfología de la cuenca, estos determinan los patrones de drenajes. Los cursos de agua en la cuenca se caracterizan por ser abundantes con corto tiempo de concentración hacia los cursos principales, lo que indica tendencia a la torrencialidad.

La Subcuenca alta tiene pendientes abruptas superiores a los 40%, estas altas pendientes determinan que el escurrimiento superficial sea más rápido en tramos muy cortos; lo cual da a la cuenca una característica de torrencialidad en períodos de máxima precipitación, cuando pudieran aumentar los flujos.

Por otro lado como aspectos claves en el análisis de los procesos hidroclimáticos de la cuenca, la precipitación y la densidad de drenaje guardan una relación muy estrecha en la ocurrencia de las amenazas Hidrometeorológicas. Las áreas de alta y moderada amenaza en la cuenca del Río Ocumare presenta una alta densidad de drenaje superiores a  $1,55 \text{ km/km}^2$ , esto aunado al volumen, intensidad y distribución de las precipitaciones pueden desencadenar movimientos superficiales como, flujos de barro o derrubios que arrastran rocas expuestas, así como desprendimientos de bloques rocosos, como lo ocurrido en diciembre de 1999 en la Vertiente Norte Central de Venezuela.

# MAPA N° 2 ZONIFICACIÓN DE AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA

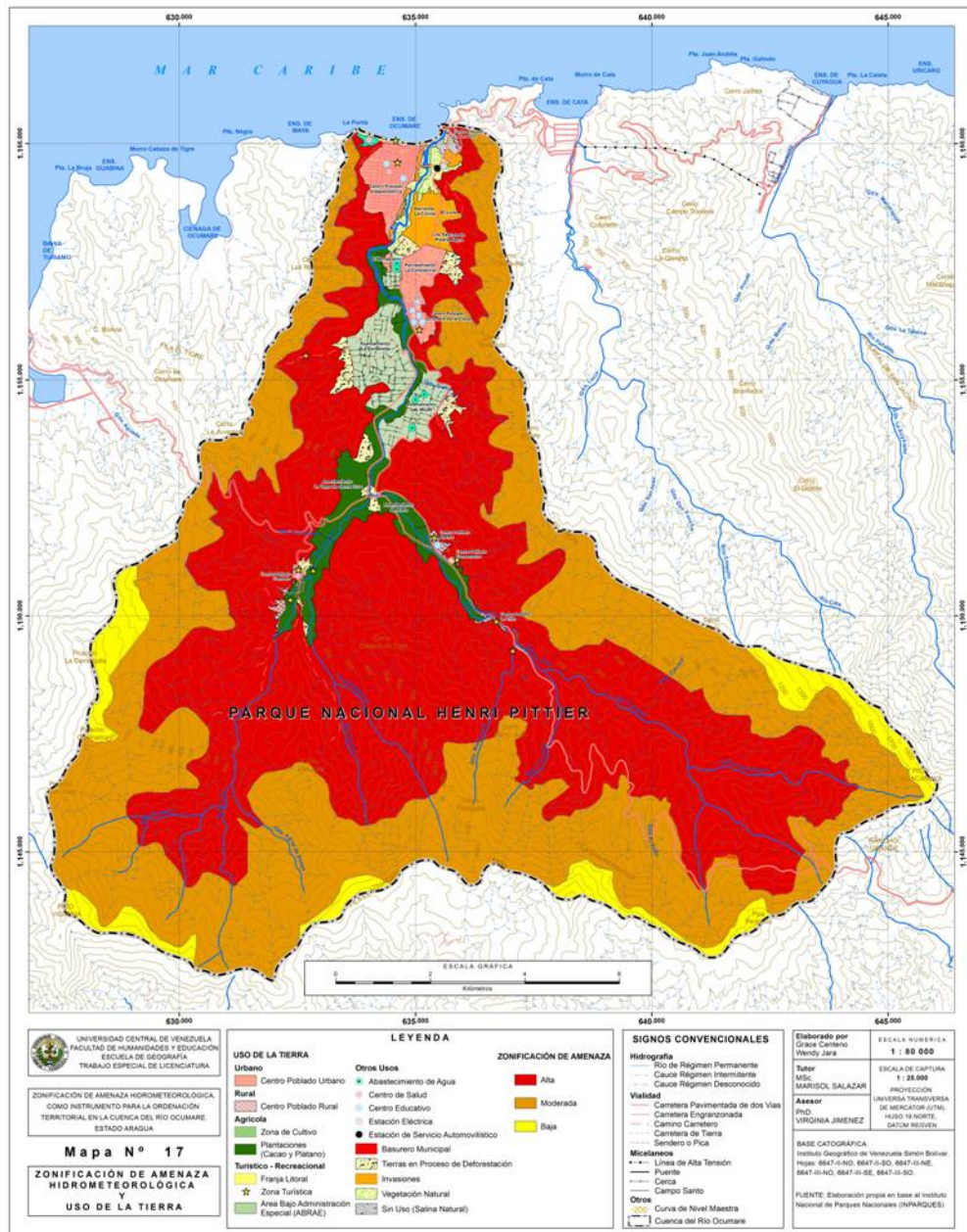




A partir del análisis del mapa de zonificación, se puede concluir que las áreas susceptibles a ocurrencia de amenaza hidrometeorológica en la cuenca del río Ocumare se localizan al Norte, en los asentamientos de Santa Cruz, Las Monjas, La Esmeralda, Ocumare de la Costa, La Constancia, Independencia. Estas zonas revisten gran importancia debido a que son las más pobladas de la cuenca cubriendo un 90% de la población, y mayormente intervenidas. Otros sectores clasificados como de alta amenaza se localizan a los lados de los cerros Cabeza de Tigre, Mano Juan, Macaure en los centros poblados La Trilla, Cansamacho, Cumboto, Aponte, ubicados al sureste y suroeste de la cuenca entre las vertientes aledañas a las quebradas Carrizal, Tío Julián. Esto es debido a su ubicación geográfica en el área de estudio. (Ver Mapa N° 2).

Se evidencia que las zonas de mayor Amenaza Hidrometeorológica se encuentran sobre el valle intramontano de Río Ocumare, donde están emplazados los asentamientos humanos, lo cual significa que las poblaciones de este sector tiene una alta vulnerabilidad ante una ocurrencia de aludes torrenciales. (Ver Mapa N° 3).

### MAPA N° 3 AMENAZA HIDROMETEOROLOGICA Y USO DE LA TIERRA



## CONCLUSIONES

El resultado que arroja la metodología de Zonificación de Amenaza Hidrometeorológica, indica un marcado predominio de áreas con alta amenaza en la subcuenca baja que corresponde a los valles, terrazas y planicies del río Ocumare, que ocupan un 56% de la superficie total de la cuenca, estas áreas son las más susceptibles a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos, en ella se localizan los asentamientos campesinos Las Monjas, La Oficina, Santa Cruz, La Esmeralda y los centros poblados Independencia, Ocumare de la Costa, Aponte, Cansamacho, La Trilla, Cumboto,

La zona clasificada como amenaza moderada se localiza al sureste y suroeste de la cuenca, cubriendo un 40% de la superficie total, con elevadas pendientes que tienden a la ocurrencia de flujos de lodos u otros tipos de movimientos en masa que pueden afectar severamente a la subcuenca baja del río Ocumare, tal como ocurrió en la tragedia del Río Limón (1987) y luego durante el evento meteorológico extraordinario ocurrido en diciembre de 1999 en la Vertiente Norte Central de Venezuela.

Las áreas clasificadas baja amenaza de la cuenca del río Ocumare cubre una superficie de 802,51 ha representando el 4% del total de la cuenca, se localiza a partir de la cota 1300 msnm hasta las cimas de las montañas del PNHP. Son áreas con relieves y cauces accidentados, moderadamente torrenciales, generando cortos tiempos de concentración de las aguas que drenan en pendientes muy escapadas (superiores a 45%).

La metodología puede ser aplicada en otras áreas lo que le da una connotación de extrapolable, por ser sencilla, en la selección de variables. Las estadísticas basadas en el enfoque heurístico, permite conocer el comportamiento de las variables ante la ocurrencia de alud torrencial, esto hace que disminuya la subjetividad del métodos de ponderación de variables.

Este estudio permite generar lineamientos y estrategias de acción como instrumento en la planificación del territorio, debido que se consideró la causalidad, dinámica y la incidencia de los factores que intervienen en la ocurrencia del alud torrencial, expresados en productos cartográficos, los cuales dejan abierta la posibilidad de otras investigaciones a partir de este producto.

El uso actual de la tierra se considero para formular recomendaciones que incentiven la prevención y mitigación en la ordenación del territorio de la Cuenca del Río Ocumare.

La evaluación de amenaza hidrometeorológica ante un evento extraordinario, tiene una estrecha relación a los siguientes factores de la cuenca del Río Ocumare:

- Alta densidad de drenaje.
- Precipitaciones Intensas.
- Pendientes del terreno entre 20 y 40% (Accidentadas a Escarpado).

- La presencia de fallas y fracturas.
- Suelos cubiertos de bosques en altas pendientes.
- Alto grado de intervención del paisaje con fines agrícolas-residenciales.

## RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos, se ha considerado pertinente formular algunas recomendaciones que incentiven la prevención y mitigación de riesgos Hidrometeorológicos vinculados a aludes torrenciales (Ver mapa N° 4).

1. Evaluar las condiciones de infraestructura de las posibles instalaciones esenciales, tales como: iglesias, escuelas, centro médico-asistencial, como instalaciones de emergencias que permitan dar una capacidad de respuesta efectiva.
2. Dado que las zonas de mayor amenaza son las densamente pobladas se recomienda instalar y operar un sistema de alerta temprana que permita actuar de forma anticipada ante un evento extraordinario.
3. En virtud de la amenaza hidrometeorológica de las poblaciones emplazadas en la cuenca del Río Ocumare es necesario diseñar un Programa de Educación Ambiental dirigido a la población de la cuenca del río Ocumare, donde:
  - Se expongan los principales problemas ambientales que la afectan.
  - Se instruya a los pobladores sobre las amenazas naturales, particularmente las Hidrometeorológicas, que hacen vulnerables su entorno, las zonas a ser afectadas y las estrategias de las que pueden valerse los pobladores para minimizar la amenaza.
4. Establecer y mantener una red de activación inmediata de actores claves (Institucionales–Comunidades) para el análisis hidrometeorológico de las estaciones meteorológicas por parte de las autoridades gubernamentales.
5. Promover la capacitación de los actores claves en el uso de herramientas de Sistema de Información Geográfica (SIG) de software libre, que permita evaluar variables e indicadores de amenaza, para fortalecer el desarrollo de planes y programas de Gestión de Riesgo local comunitarios.
6. Implantar mecanismo de difusión y accesibilidad pública que sirva como herramienta para la preparación comunitaria en el caso de evento extraordinario (Radio y televisión).
7. Incorporar los resultados de esta investigación a los Planes de Ordenamiento locales, regionales y nacionales y programas conservacionistas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ANDRESSEN RIGOBERTO Y PULWARTY ROGER (2000). "Análisis de las lluvias excepcionales causantes de la tragedia del estado Vargas, Venezuela, en Diciembre de 1999". IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE DESARROLLO SUSTENTABLE: CAMBIOS CLIMÁTICOS, RECURSOS HÍDRICOS, GEO-RIESGOS Y DESASTRES NATURALES.
2. ASOCIACIÓN IBEROAMERICANA DE ORGANISMOS GUBERNAMENTALES DE DEFENSA Y PROTECCION CIVIL COLOMBIANA (2.000). "Glosario de Términos Geográficos".
3. **BONHAM-CARTER, G.F., Geographic Information Systems for Geoscientists (1994)**. Modelling with GIS. Computer Methods in the Geosciences, **13**: pp 267-302. Pergamon,.
4. CALZADILLA P, ARGELIA (2004). "Sistema de Información Geográfica para la Zonificación de Amenazas por Deslizamientos en la cuenca del Río Guapo. Instituto de Geografía y Desarrollo Regional IGDR. Universidad Central de Venezuela, Venezuela
5. DE, U. S. Y K. S. JOSHI. (1998). "Las catástrofes naturales y sus impactos en los países en desarrollo", Boletín Organización Meteorológica Mundial 47, No. 4, p. 392 –399.
6. D'ALBE, FOURNIER (1976) "Natural Disasters". Bulletin of the International Association of Engineering Geologists, Vol. 14, p 187,
7. EWEL, J., A. MADRIZ & J. TOSI. (1976). **Zonas de Vida de Venezuela**. República de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
8. FOURNIER D'ALBE, E.M. (1976), "Natural Disasters". Bulletin of the International Association of Engineering Geologists, Vol. 14, p 187,.
9. INSTITUTO DE GEOGRAFÍA Y DESARROLLO REGIONAL IGDR-UCV (2004). "Sistemas de Información Geográfica para La Zonificación de Amenazas por Deslizamientos en La Cuenca del Río Guapo". Venezuela.
10. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2001). "Censo Población y Vivienda año 2001".
11. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLÓGICO E HIDROLÓGICO (INAMEH). "Pronóstico de la Temporada de Ciclones Tropicales año 2006". [Revista en Línea], Disponible: [http://www.cenaph.gob.ve/Boletines/pronostico\\_especial\\_cenaph.htm](http://www.cenaph.gob.ve/Boletines/pronostico_especial_cenaph.htm)
12. LEY DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA NACIONAL. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. Número 5.833. Diciembre de 2006. [Ley en Línea], Disponible: [http://www.igvsb.gov.ve/site2007/pdf/Ley\\_de\\_Meteorologia\\_e\\_Hidrologia\\_Nacional](http://www.igvsb.gov.ve/site2007/pdf/Ley_de_Meteorologia_e_Hidrologia_Nacional)
13. LEY ORGÁNICA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGO (2001). "Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela". Número Fecha de aprobación de la 1º Discusión: 26/01/2006
14. LEY ORGÁNICA PARA LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO (2005). "Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela". Número 38.264. Septiembre 2005.
15. MASKREY, ANDREW (1998). "Navegando entre Brumas". La Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica al Análisis de Riesgo en América Latina. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. LA RED
16. MEJIAS, IVÁN (Nro 1067). "El día que las aguas del Río Limón regresaron por su milenario cause". El siglo, Cuerpo A, p 10
17. PNUD / Bolivia (1995). Gobierno Municipal de La Paz "Los desastres se pueden prevenir ¿Sabe cómo?".
18. RODRÍGUEZ, JOSÉ LUIS R. MSc (2000). "Amenazas de eventos hidrometeorológicos en el Estado Vargas". CENAMB / UCV / CARACAS
19. VAN WESTEN, C & SOETERS, R., GISSIZ (1999) "Geographic Information Systems in Slope Instability Zonation". International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences ITC, 1999, 156 p.
20. VARNES, D. J. LANDSLIDE HAZARD ZONATION (1984): "A review of principles and practice". UNESCO, 1984, 63 p.