

DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO SÍSMICO, ESTADO SUCRE. VENEZUELA¹

Settlement of Seismic Risk Areas, Sucre State, Venezuela

Dayana E. Montezuma M.

RESUMEN

Nuestro país está caracterizado por presentar una alta tasa de microsismicidad (eventos de magnitud ≤ 3); de acuerdo a FUNVISIS, el estado Sucre es el área de mayor amenaza, emplazado sobre la falla de El Pilar, la cual ha sido generadora de eventos en las principales ciudades del estado Cumaná y Cariaco. Adicionalmente, el estado cuenta con características físico-socio-económicas que le denotan un grado de vulnerabilidad ante un evento. Los procesos de planificación han incluido los estudios del riesgo como componente importante en la ordenación del territorio; es por ello, que se plantea determinar las áreas de riesgo sísmico del estado Sucre. El método corresponde a una propuesta que permite un estudio integral, que vincula aspectos físicos y sociales (amenazas, vulnerabilidades), que puede ser usado a diferentes escalas y permite modificaciones. Las áreas de riesgo obtenidas, están vinculadas principalmente con los espacios donde existe la mayor concentración de población, infraestructuras y actividades económicas de suma importancia para la región, también donde han ocurrido eventos de magnitudes significativas, y así considerarlas a la hora de tomar decisiones y plantear medidas que minimicen las posibles pérdidas y daños, tanto dentro, como fuera del estado Sucre.

PALABRAS CLAVE: Población, riesgo, amenaza, vulnerabilidad, Sucre, sismo.

¹ Recibido: 25-02-2011. Aceptado: 14-07-2011.

ABSTRACT

Venezuela is characterized by a high rate of microseismic (events of magnitude ≤ 3) and, according to FUNVISIS, Sucre state is the greatest threat area, located by the El Pilar Fault, which has been generating occurrences in cities such as Cumaná and Cariaco. Additionally, this state has physical socio-economical characteristics that manifest some degree of vulnerability to an event. Planning processes have included studies of risk as an important component in the planning, therefore, arises to determine the seismic risk areas of Sucre state. The method corresponds to a proposal that allows a comprehensive study linking physical and social aspects (threats, vulnerabilities) that can be used at different scales allowing modifications. Risk areas obtained are mainly linked with the places where found in the highest concentration of population, infrastructure and economic activities of paramount importance to the area, also where there have been significant events of magnitudes, which allows considering them to take decisions and propose measures to reduce potential losses and damages, both inside and outside the state of Sucre.

KEY WORDS: Population, risk, threat, vulnerability, Sucre, earthquake.

PRESENTACIÓN

Desde el punto de vista tectónico, la zona norte costera del país limita entre las placas del Caribe y la Suramericana, área que se caracteriza por un sistema de fallas orientado en dirección este-oeste, y recibe el nombre de Sistema de fallas de Boconó-Oca-Morón-El Pilar; y representa el área de mayor riesgo sísmico del país. La sismicidad en Venezuela está caracterizada por una alta tasa de microsismicidad (eventos de magnitud ≤ 3) y eventos de magnitud intermedia (entre 3 y 5) (FUNVISIS, 2008). En Venezuela, uno de los mayores potenciales de riesgo de pérdidas de vidas humanas y económicas, está representado por la actividad sísmológica, debido a la gran cantidad de población que vive en estas zonas y en particular donde están las principales fallas del país, en la zona norte.

El oriente de Venezuela está caracterizado por dos sistemas tectónicos: el primero está conformado por un sistema de fallas rumbo-deslizante dextral, dentro del cual se destaca la falla de El Pilar. El segundo por una zona de subducción que se extiende desde el noroeste de la región hasta el Arco de El Caribe, representado por la Antillas Menores (Schubert *et al.*, 1984; Beltrán *et al.*, 1994; Sobiesiak *et al.*, 2002 citado por Vásquez, 2010). Dentro de la zonificación sísmica generada para toda Venezuela, se tiene la división del país en grados de amenaza sísmica, donde se establece entre las más altas a la zona oriental, específicamente el estado Sucre, donde sus principales ciudades prácticamente están sobre la falla activa de El Pilar.

El estado Sucre se ha visto afectado por eventos sísmicos que han dejado consecuencias considerables, Cumaná en 1929 y Cariaco en 1997 (Funvisis, 2008) □. Hoy en día, se registran actividades sísmicas en todo el territorio nacional, particularmente hacia el oriente del país, donde las ciudades más afectadas son Güiría y Carúpano, con magnitudes entre los 3.4 y 2.5 respectivamente (*Op. cit.*, 2008). Las condiciones físico-socio-económicas del estado Sucre, le confieren un cierto grado de susceptibilidad ante un evento o desastre sísmico, cuando se considera el conjunto de actividades que en el estado se desarrollan, como por ejemplo, las principales salinas del país (Salinas de Araya), yacimientos de calizas y yeso, la represa que surte al 90% de la región oriental (Represa de Turimiquire); por otra parte, se presentan grandes atractivos turísticos para la región, como es el caso de sus costas, con una privilegiada ubicación para el intercambio comercial en el Caribe; instalaciones pesqueras importantes, donde la costa sucrense es una de las principales productoras importantes en la industria procesadora de productos del mar (Gobernación del estado Sucre, 2008).

Cada una de las características antes mencionadas lleva a suponer las vulnerabilidades que puede tener el estado, y que su afectación tendría un impacto más allá de sus límites, incidiendo sobre la región, y tal vez, en la producción del país hacia una actividad económica específica. Los acontecimientos ocurridos y los que se registran actualmente (redes sismológicas; FUNVISIS), dan a entender su recurrencia, y a pesar de sus

magnitudes bajas, los de mayor magnitud, llegarían a producir graves consecuencias, si no son tomadas estas condiciones para el futuro.

Con el conocimiento de los tipos de vulnerabilidades presentes en la región y de los diferentes grados de riesgos que se puede presentar, se estaría en la capacidad de plantear medidas que permitan disminuir al máximo el impacto de un desastre sísmico a un determinado espacio y a su población, para reducir así la cantidad de pérdidas, tanto humanas como materiales, culturales, institucionales y económicas. Es por ello, que se propone hacer un estudio preliminar de las susceptibilidades del estado Sucre ante un desastre sísmico, evaluándose con énfasis sus vulnerabilidades y el grado de riesgo existente, para obtener una visión preliminar de la caracterización del estado según su amenaza, vulnerabilidad y riesgo sísmico. En consecuencia, se plantea entonces la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las áreas susceptibles ante un evento sísmico en el estado Sucre?

DELIMITACIÓN ESPACIAL

El estado Sucre está emplazado en la región Nor-Oriental del país, limita al norte con el Mar Caribe, al sur con los estados Monagas y Anzoátegui, al este con el Golfo de Paria y al oeste con el estado Anzoátegui. Posee una superficie de 11.800 km², se divide política y administrativamente en quince municipios y cincuenta y cinco parroquias.

Con una ubicación relativa comprendida entre las coordenadas geográficas siguientes: latitud: 10°03' y 10° 45' y longitud: 61° 52' y 64° 31' (ver figura 1).

GEOGRAFÍA DE LOS RIESGOS, ASPECTO GENERAL DEL RIESGO

Al partir de la concepción general de la geografía, como el estudio de las relaciones existentes entre la sociedad y el medio que la rodea, puede considerarse la inclusión del desastres dentro del ámbito geográfico, ya que representa una relación entre el hombre y el medio en el que se desenvuelve. Para López y Cantos (2000), hoy se considera el estudio de la geografía de

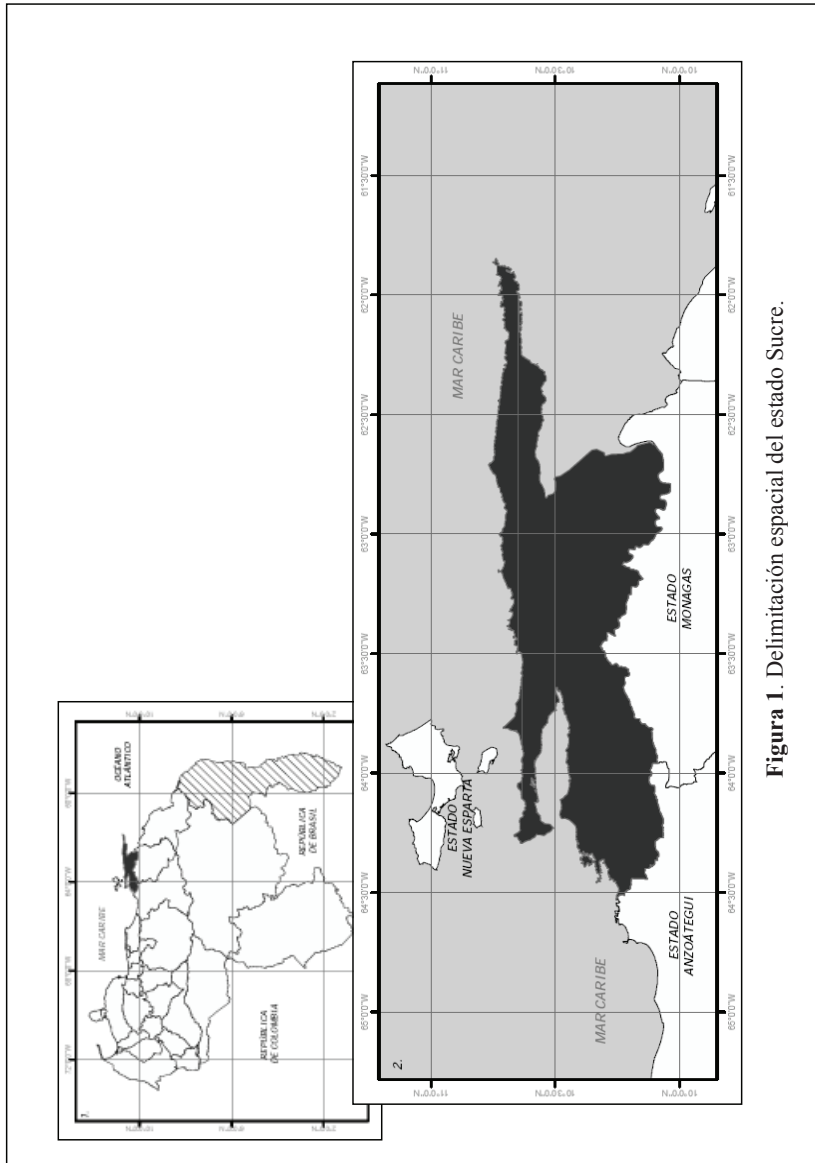


Figura 1. Delimitación espacial del estado Sucre.

los riesgos, "las relaciones sociedad-naturaleza no constituyen un debate acabado sino permanentemente abierto, por las obvias conexiones de la geografía con el resto de disciplinas sociales y ambientales". Así se abría un decenio ilusionante, en el que el análisis de la peligrosidad natural y la gestión de los desastres podrían convertirse en una de las disciplinas geográficas de mayor proyección.

Actualmente, el estudio del riesgo ha tomado importancia en todas las acciones propuestas por los gobiernos al momento de planificar; hoy en día, la preocupación por conocer los diferentes riesgos a los que está expuesta la población ha llevado a plantearse zonificaciones de áreas que permitan planificar y gestionar el territorio.

Mansilla (2000), define el riesgo de desastre como la probabilidad de que se manifieste una amenaza determinada sobre un sistema con un grado de vulnerabilidad dado, descontando de ello las acciones de prevención-mitigación que se hayan implementado. Otra modalidad del riesgo es el socionatural, que se define como el peligro potencial asociado con la probable ocurrencia de fenómenos físicos cuya existencia, intensidad o recurrencia se relaciona con procesos de degradación ambiental o de intervención humana en los ecosistemas naturales, según la Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos (2009).

El riesgo ha sido definido por diferentes expertos y desde percepciones distintas; sin embargo, todas presentan un factor en común, la probabilidad de ocurrencia de daños a un objeto, sociedad, infraestructura; condicionados por la amenaza y la vulnerabilidad de un lugar. White (1974) y sus colegas, citados por Lavell (1997) en los Estados Unidos, fueron los primeros en postular en forma explícita que los desastres no son sinónimo de las amenazas naturales; expuso (sin utilizar esta misma terminología) que el riesgo a sufrir un desastre dependía, no sólo de la magnitud de la amenaza natural como tal, sino de la vulnerabilidad de la sociedad expuesta a la amenaza.

Para Jovel (2003), la vulnerabilidad se define como la probabilidad de una comunidad expuesta a un fenómeno natural, según sea el grado

de fragilidad de sus elementos, pueda sufrir daños humanos, materiales y económicos. La vulnerabilidad se conforma de unos factores que permiten definirla y a su vez hacer una mayor evaluación; diferentes actores señalan clasificaciones similares de la vulnerabilidad según estos factores; seguidamente, se presenta una descripción de algunos de ellos, según Wilches-Chaux (1989) citado por Lavell (1997).

- *Físico o localizacional*: se refiere a la localización de grandes contingentes de la población en zonas de riesgo físico.
- *Económica*: existe una relación inversa entre ingreso *per cápita* a nivel nacional, regional, local o poblacional y el impacto de los fenómenos físicos extremos. O sea, la pobreza aumenta el riesgo de desastre.
- *Social*: referida al bajo grado de organización y cohesión interna de comunidades bajo riesgo, que impiden su capacidad de prevenir, mitigar o responder a situaciones de desastre.
- *Política*: en el sentido del alto grado de centralización en la toma de decisiones y en la organización gubernamental, y la debilidad en los niveles de autonomía para decidir en los niveles regionales, locales y comunitarios, lo cual impide una mayor adecuación de las acciones a los problemas sentidos en estos niveles territoriales.
- *Educativa*: en el sentido de la ausencia, en los programas de educación, de elementos que instruyan adecuadamente sobre el medio ambiente o el entorno que habitan los pobladores, su equilibrio o desequilibrio, etc. Además, se refiere al grado de preparación que recibe la población sobre formas de un comportamiento adecuado a nivel individual, familiar y comunitario en caso de amenaza u ocurrencia de situaciones de desastre.
- *Institucional*: reflejada en la obsolescencia y rigidez de las instituciones, especialmente las jurídicas, donde la burocracia,

la prevalencia de la decisión política, el dominio de criterios personalistas, entre otras, impiden respuestas adecuadas y ágiles a la realidad existente.

Estos factores fueron utilizados en la determinación de las vulnerabilidades que pueda presentar el área en estudio asociando diversas variables que permitan su identificación.

Adicionalmente, el riesgo ha sido clasificado según el factor, y para este trabajo, se consideran los riesgos geológicos; que pueden ser entendidos como una circunstancia o situación de peligro, pérdida o daño, social y económico, debida a una condición geológica o a una posibilidad de ocurrencia de proceso geológico, inducido o no (Augusto Filho *et al.*, 1990 citado por Ogura y Soares, 2002). Principalmente se destacan como riesgos geológicos los asociados a fallas tectónicas o sismos, definiéndose el riesgo sísmico como las consecuencias sociales y económicas potenciales provocadas por un terremoto, como resultado de la falla de estructuras cuya capacidad resistente fue excedida por un terremoto (Hernández, 2002).

Así mismo, los componentes del riesgo sísmico pueden ser definidos por la variable sísmica. Para Salazar y Vélez (2003), la amenaza sísmica se define como la probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico potencialmente dañino con una cierta intensidad, en un espacio y período determinado; para Strauch (2010), en el lenguaje común se entiende como "Amenaza Sísmica" los peligros, en general, que presentan los terremotos de una u otra forma para la población y, en sismología, "amenaza sísmica" es un término técnico que caracteriza numéricamente la probabilidad estadística de la ocurrencia (o excedencia) de cierta intensidad sísmica (o aceleración del suelo) en un determinado sitio, durante un período, normalmente de un año. En esta definición, la amenaza sísmica no depende de la existencia de poblaciones humanas. El conocimiento de esta probabilidad es importante para constructores, ingenieros y planificadores.

Por otra parte, se tiene la vulnerabilidad sísmica, que según Salazar y Vélez (2003), es una predisposición intrínseca a ser afectado o sufrir

un daño, debido a la incapacidad para absorber, oponerle resistencia o adaptarse al cambio generado por un evento sísmico potencialmente dañino. Adicionalmente, hay conceptos más integrales donde se conjugan aspectos sociales con los estructurales, donde “se entiende por vulnerabilidad a la propensión de personas y de bienes, y también de las actividades que se realizan, a sufrir daños o modificaciones, en caso de ocurrencia de sismos de intensidad considerable” (Roitman y Dora, 1996 citado por Nacif y Espinoza, 2001).

METODOLOGÍA EMPLEADA

RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se buscó información disponible sobre tema y área de estudio, tanto en instituciones regionales y locales, entre ellas: FUNVISIS, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Ministerio para el Poder Popular de Planificación, Gobernación del estado Sucre, INE, así como la disponible en fuentes electrónicas, ello permitió contar con información actualizada y emplear métodos de análisis más recientes, además de realizar una descripción actual del área en estudio. Se consultó el material cartográfico (división política administrativa, geología, fallas tectónicas), datos que caracterizan el área en sus aspectos físicos naturales (geología y litología de los suelos, eventos de licuación y eventos sísmicos ocurridos), información sobre el aspecto socioeconómico del estado (población, actividades económicas, pobreza, desempleo, IDH, índice Gini, índice de dependencia, infraestructura vial, sanitaria y educativa, instituciones preventivas, ABRAE presente) y la recopilación de los diferentes proyectos que se llevan a cabo en el estado.

Se aplicaron entrevistas abiertas, mediante las cuales se obtuvo información reciente de las características viales; y de la capacidad de respuesta de las instituciones ante un evento sísmico, considerándose entre ellas: protección civil, bomberos y la dirección regional encargada del riesgo.

Para llevar a cabo el desarrollo de la investigación, se determinó el estudio de las variables tanto físicas como socio-económicas, que permitieran evaluar el riesgo sísmico para el estado Sucre, para así identificar sus áreas críticas.

AMENAZA

- Fuentes sismológicas: se consideraron los tipos y características de fallas (fallas superficiales o placas del caribe y suramericana); esto permitió conocer las características tectónicas del área en estudio que son las que denotan el componente de peligrosidad en el área.
- Geología: a través del tipo de litología, se caracterizaron las áreas más inestables del estado, las cuales corresponden a los suelos blandos y recientes; esto se considera como un aspecto importante, ya que acentúa la peligrosidad ante un evento sísmico, así como la ocurrencia de eventos de licuación.
- Registros históricos: número de eventos por años, magnitudes registradas y distribución espacial. Esta variable permitió evaluar la ocurrencia de eventos como parte importante en la actividad sísmica del área en estudio, para así evidenciar su recurrencia en el estado Sucre, para este caso se consideró el catálogo sismológico conformado por registros históricos y los disponibles por FUNVISIS hasta la fecha.

VULNERABILIDAD (DIVIDIDA POR LOS FACTORES DE WILCHES Y CHAUX)

- Exposición: número de habitantes, densidad de la población y población por edades. Esto permitió estimar la afectación directa a las poblaciones y con ellas determinar las posibles pérdidas humanas.
- Físico: tipo y distribución de centros educativos; tipo y distribución de centros de salud; líneas vitales y principales vías, tipo. Se consideraron para determinar los posibles daños a infraestructuras,

y conocer la vulnerabilidad en cuanto a servicios básicos y viales que presenta el estado.

- Socio-económico: índice de desarrollo humano, tipo de estrato socioeconómico, desempleo, índice GINI e índice de dependencia. La evaluación de estas variables permitió medir el grado de depresión y la capacidad de resiliencia (capacidad de resistencia a recuperarse) que presenta el área en estudio.
- Institucional: cantidad de instituciones de prevención en el área de estudio (bomberos, protección civil), consideración del componente riesgo en los planes de desarrollo, y la existencia de planes de emergencia o de gestión de riesgos. Con estas variables, se determinó la capacidad preventiva que hay ante eventos sísmicos, que a su vez incide en la capacidad de resiliencia.

Para los datos poblacionales, se tomó la información del Censo de población y vivienda del año 2001 (INE, 2001) y las proyecciones existentes por municipios para el año 2009; con respecto a estas últimas se hace la aclaratoria, que sólo se dispuso de proyecciones para las variables: densidad poblacional, incremento intercensal, y población por rango de edades, para el resto de las proyecciones, sólo se consiguió a nivel estatal y no municipal.

TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de las áreas críticas se llevó a cabo, utilizando a los municipios como unidad mínima espacial, considerando la escala de trabajo (estadal) y, la disponibilidad de la información requerida.

La determinación de las áreas, se efectuó mediante la creación de índices relativos, por lo que se requirió de cálculos estadísticos, como la media y la desviación estándar, para luego escalar las unidades de las diferentes variables analizadas, que posteriormente se emplearon para la creación de los índices relativos de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo, con los que se caracterizó el estado Sucre según las áreas con mayores o menores índices.

La creación de los índices relativos, se realizó según Cardona (2001), quien plantea un análisis integral del riesgo sísmico a partir de la evaluación de variables físicas, sociales e institucionales, para ello la creación de índices considera la ponderación de cada variable según su importancia dentro de cada factor, esta ponderación se realizó mediante el método llamado proceso de Análisis Jerárquico (AHP, en inglés).

Según la metodología mencionada, el índice de riesgo sísmico (IRs) viene dado por la fórmula siguiente: $IRs = ((Hs -) (Vs -) +)$, donde Hs es el descriptor de la amenaza, Vs el descriptor de la vulnerabilidad, y_1 y y_2 son constantes establecidas según la media y desviación dadas por el autor.

Por otra parte, el índice de amenaza sísmica está dado por la ecuación siguiente: $Hs = \sum_i XH_i \cdot H_i$; donde XH_i es el indicador de la amenaza y dH_i es el peso obtenido para cada variable; el índice de vulnerabilidad está dado por $Vs_k = (\sum_i Ev_k \cdot dE_k) + (\sum_i Fv_k \cdot dF_k) + (\sum_i Rv_k \cdot dR_k)$; donde Ev_k , Fv_k , Rv_k , son los indicadores de la vulnerabilidad con respecto a la exposición-física, fragilidad social y falta de resiliencia; y dE_k , dF_k , dR_k son los pesos obtenidos para cada variable.

A partir de esta metodología, las variables asociadas a la vulnerabilidad fueron reorganizadas según cada subíndice; exposición-física: número de habitantes, densidad de la población, población por edades, centros educativos, centros asistenciales, vialidad (densidad), superficie de ABRAE; fragilidad social: tipo de estrato socioeconómico (pobreza), población económicamente activa, desempleo, índice GINI, índice de dependencia; resiliencia: IDH, cantidad de instituciones preventivas, número de personal, y número de camas hospitalarias.

Adicionalmente, las densidades poblaciones fueron representadas espacialmente en grupos de rangos para una mayor apreciación, para esto se utilizó el método *Natural Breaks Jenks*, aplicado a través del SIG (ArcGis), este método determinó la mejor disposición de los valores en clases de forma iterativa comparando las cantidades de la diferencia al cuadrado entre los valores observados dentro de cada clase y los medio de clase.

Se realizó un análisis por matrices; en el caso de la amenaza, una de las variables consideradas fueron los registros históricos de eventos ocurridos, que permitió establecer comparaciones entre los eventos, considerando la fechas de ocurrencia, sus magnitudes y localizaciones, con lo que se determinó cuáles áreas presentaban una mayor amenaza; adicionalmente, se consideró la utilización de matrices en la evaluación de la vulnerabilidad, comparando por municipios cada una de las variables; con este análisis, se contrastó la pobreza, determinando así, cuáles áreas concentraban el mayor porcentaje, lo mismo se realizó con el número de centros educativos y asistenciales, y los índices de desarrollo humano. De esta manera, se pudieron conocer las zonas deprimidas, y en consecuencia, el déficit de personal capacitado para atender las emergencias.

Por otra parte, el análisis de matrices fue empleado en el proceso de ponderación de las variables para la creación de los índices relativos, ya que la metodología de Cardona (2001) plantea, qué índice tiene un factor de participación en cada área de análisis, para ello se debe ponderar cada variable analizada; estas ponderaciones se realizaron al tomar como base el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), que considera las comparaciones de las variables entre ellas, para asignarles su valor de importancia dentro de un proceso específico.

El AHP, es un procedimiento diseñado para cuantificar juicios u opiniones gerenciales sobre la importancia relativa de cada uno de los criterios en conflictos empleados en el proceso de toma de decisiones (Roche y Vejo, 2005). Para esta investigación, los criterios correspondían a las variables analizadas, y su comparación se realizó mediante una matriz de doble entrada, donde se cuenta una escala para asignar la importancia de las variables, para Gérard y Hurtado (*s.f.*) el AHP utiliza una escala subyacente con valores de 1 a 9 para calificar las preferencias relativas de los elementos.

Fue utilizado el Sistema de Información Geográfica (SIG, *ArcGis 9.1*), para la realización del mapa base, así como los mapas temáticos de las variables analizadas, lo que permitió reflejar su comportamiento espacial:

distribución de la geología, densidad de población, distribución de centros educativos y asistenciales, población en pobreza, distribución de la red vial, y los mapas finales de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

En los mapas, fue incorporada la base de datos, recopilada en campo y en gabinete, el mapa de geología (edades geológicas), se realizó con información ya existente en el mapa geoestructural de Venezuela. Los mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo se basaron en la incorporación de los índices obtenidos previamente, así se obtuvo una mejor visualización de las áreas con mayor amenaza y más vulnerables al riesgo sísmico.

DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE RIESGO ANTE UN EVENTO SÍSMICO

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

A partir de los niveles de amenaza obtenidos (ver cuadro 1), se pueden señalar, de manera general, las áreas que poseen la mayor condición, las cuales corresponden a los municipios Sucre (Cumaná) y Benítez (El Pilar), donde los factores más determinantes han sido los suelos blandos y los eventos de licuación (ver cuadro 2); en el caso de Sucre, y para Benítez, han sido los eventos sísmicos y los suelos blandos. La aceleración del suelo es un factor muy determinante, el cual se estableció como constante para todos los municipios. El caso contrario está representado por el municipio Bermúdez (Carúpano), donde la incidencia de un factor determinante y representativo de la actividad sísmica como los suelos blandos, es muy baja, por lo que este municipio es el de menor amenaza sísmica.

El municipio Sucre, está vinculado con el lugar donde se han generado sismos con fuertes consecuencias, como el ocurrido en Cumaná en el año 1929, asociado a las características físicas señaladas anteriormente (suelos blandos y fenómenos de licuación; Rodríguez y Audermard, 2006), donde resultaron pérdidas, tanto físicas como humanas; el municipio Benítez, asociado con los números de eventos sísmicos que eventualmente se

presentan, podría vincularse con la presencia de la falla activa de El Pilar; por otra parte, se tiene al municipio Ribero, que también se ha visto afectado por eventos sísmicos (Cariaco en 1997), donde las condiciones físicas del área (Rodríguez y Audermard, 2006) condicionaron las consecuencias del evento. Se puede decir, que un 28,23% del estado está bajo una amenaza alta (Sucre y Benítez), por otra parte, un 1,72% posee amenaza baja (Bermúdez), y el 70,05% se ubica en una amenaza media, lo que corresponde el resto de los municipios.

Adicionalmente, una consecuencia de los sismos que debe ser considerada como amenaza resultante son los tsunamis; y pueden ser generados por sismos ocurridos en la zona de subducción en el fondo marino (Administración Nacional del Océano y La Atmósfera, 2003). Es importante mencionarlo, dado que el área de estudio tiene gran cantidad de zonas costeras, en las cuales se emplazan importantes concentraciones de población. Se conoce que en eventos anteriores, se ha evidenciado la ocurrencia de tsunamis en las costas orientales del país, tal es el caso de Cumaná en los años 1530 y 1929, donde las olas superaron los 4 metros de altura (Garses, 1994). Por ello, es importante considerar el nivel de amenaza que genera este tipo de evento en aquellos centros poblados situados cerca de la línea de costa.

Todo esto incrementa la amenaza sísmica que posee el estado Sucre; así mismo, es importante considerar, que ante los tsunamis no importa la frecuencia con que ocurra, es necesario tener en cuenta que pueden ocurrir en cualquier momento y que tienen un potencial devastador.

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Las áreas más vulnerables del estado Sucre corresponden al municipio Sucre, y posee el mayor índice, siete; en donde se destaca que los aspectos de exposición y resiliencia son los más frágiles, estos subíndices, por separado se muestran con los valores más altos (ver cuadro 3), es decir, el que podría tener más pérdidas físicas (población e infraestructura) y la menor capacidad de recuperarse, dado el déficit existente, tanto en personal capacitado para

prestar servicio de rescate, como en el de camas en los centros asistenciales. Debe tenerse presente, que en este municipio se ubica la capital del estado y que posee la mayor población, también es sede de actividades económicas importantes para la región.

Cuadro 1. Niveles de amenaza (H_{sk}) por municipios en el estado Sucre

Municipios	Índice de amenaza
A. E. Blanco	4,76
A. Mata	4,51
Arismendi	4,62
Benítez	7,21
Bermúdez	4,39
Bolívar	4,51
Cajigal	4,42
Cruz S. Acosta	4,55
Libertador	4,55
Mariño	4,97
Mejía	4,43
Montes	4,41
Ribero	4,79
Sucre	5,39
Valdez	4,91

Cuadro 2. Indicadores de las variables por los pesos por municipios en el estado Sucre

Municipios	Suelos blandos	Aceleración	N° eventos sísmicos	N° eventos licuación
A. E. Blanco	2,27	0,98	0,64	0,86
A. Mata	2,07	0,98	0,72	0,75
Arismendi	2,02	0,98	0,83	0,79
Benítez	4,22	0,98	1,26	0,75
Bermúdez	1,98	0,98	0,64	0,79
Bolívar	1,97	0,98	0,62	0,94
Cajigal	2,01	0,98	0,68	0,75
Cruz S. Acosta	2,09	0,98	0,70	0,79
Libertador	2,16	0,98	0,66	0,75
Mariño	2,20	0,98	1,01	0,79
Mejía	1,97	0,98	0,62	0,86
Montes	2,06	0,98	0,62	0,75
Ribero	2,21	0,98	0,70	0,90
Sucre	2,10	0,98	0,72	1,59
Valdez	2,15	0,98	1,01	0,75

Los municipios que siguen en orden de mayor vulnerabilidad son Bermúdez, Bolívar, Ribero y Valdez (ver cuadro 4); en ellos, los factores más susceptibles que lo incrementan: son la resiliencia en el caso de Bermúdez, la fragilidad socioeconómica en Bolívar, Ribero y Valdez; esto pone en evidencia, que en las principales ciudades del estado es donde podrían colapsar, en principio, los servicios de atención y de rescate, principalmente ubicados en las localidades de Cumaná (Sucre), y Carúpano (Bermúdez), que también se prestan servicio a otras localidades. El hecho de ser afectados, implicaría el incremento de la vulnerabilidad en otras áreas del estado. Los municipios con menos vulnerabilidad son: Cajigal (Yaguaraparo) y

Libertador (Tunapuy), donde los factores más vulnerables corresponden a la exposición, para Cajigal y, la fragilidad socioeconómica para Libertador.

Se puede decir entonces, que el estado presenta un 23,9% de la superficie con vulnerabilidad alta, un 6,16% de vulnerabilidad baja, y el 69,5% de vulnerabilidad media. Datos calculados a partir de las sumas que representan los municipios con respecto al estado.

Cuadro 3. Cálculos de los subíndices según indicadores por municipios en el estado Sucre

Municipios	Exposición	Socioeconómicas	Resiliencia
A. E. Blanco	4,76	5,30	4,77
A. Mata	4,79	4,72	4,61
Arismendi	5,04	5,09	4,49
Benítez	5,08	3,84	4,67
Bermúdez	5,54	5,33	7,16
Bolívar	5,20	5,98	4,41
Cajigal	4,96	3,52	4,41
Cruz S. Acosta	5,17	5,07	4,09
Libertador	4,36	4,55	4,14
Mariño	4,91	5,24	4,61
Mejía	4,17	5,12	3,95
Montes	4,95	3,99	4,97
Ribero	5,15	5,62	4,79
Sucre	7,99	5,42	8,10
Valdez	5,37	6,20	5,80

Cuadro 4. Índice de vulnerabilidad (V_{ik}) por municipios en el estado Sucre

Municipios	Índice de vulnerabilidad
A. E. Blanco	4,76
A. Mata	4,51
Arismendi	4,62
Benítez	7,21
Bermúdez	4,39
Bolívar	4,51
Cajigal	4,42
Cruz S. Acosta	4,55
Libertador	4,55
Mariño	4,97
Mejía	4,43
Montes	4,41
Ribero	4,79
Sucre	5,39
Valdez	4,91

DETERMINACIÓN DEL RIESGO

El índice de riesgo permite apreciar las áreas más críticas que posee el estado Sucre ante la ocurrencia de eventos sísmicos; por otra parte, se debe recordar que esta entidad se caracteriza por ser la de mayor amenaza en todo el país. La determinación de este índice, por municipios, permite apreciar el posible comportamiento interno del estado con respecto al riesgo sísmico.

En cuanto a los resultados obtenidos (ver cuadro 5), los municipios más críticos son Sucre, Valdez, Benítez y Ribero; al analizar las características físicas, se tiene que, a parte de la aceleración del suelo, que se tomó como una constante para todo el estado, los suelos blandos son los que tienen una mayor participación en el riesgo al momento de la ocurrencia de eventos sísmicos, ya que hacen más susceptibles a las estructuras, que pueden ceder fácilmente. Los procesos de licuación como eventos de cambios de la solidez del suelo a líquido (Rodríguez y Audermard, 2006), también influyen en el incremento de la amenaza de un lugar, estos factores resultaron con mayor superficie y con más números de ocurrencia en el municipio Sucre, lo que llevó a su clasificación como un área mayor amenaza sísmica, adicionalmente, las condiciones socioeconómicas se verían afectadas, ya que la mayor población de la entidad se ubica en este municipio (INE, 2009).

El 43,54% de la superficie del estado posee un alto riesgo, los municipios donde hay que prestar mayor atención son aquellos que a lo largo del tiempo se han visto afectados por eventos sísmicos con consecuencias considerables, como en los casos de Sucre y Ribero, a su vez se tiene a Benítez, donde también se han registrados sismos asociados a la falla de El Pilar, principal generadora de los eventos sísmicos del estado; por otra parte, se tiene que sólo el 7,06% se ubica con un riesgo bajo, lo que indica que el restante 49,4% de la superficie del estado podría ubicarse en un riesgo medio (ver figura 2).

La metodología de Cardona, permitió resaltar y confirmar cuáles son los factores que hay que abordar principalmente; por eso, analizando detalladamente los componentes del riesgo, mediante sus índices relativos (amenaza y vulnerabilidad), se puede señalar cuál aspecto tuvo mayor relevancia en el desarrollo del índice del riesgo, en la figura 3, se comparan la amenaza y vulnerabilidad, y su incidencia en el riesgo resultante.

De esta manera, se aprecia que en tres municipios fueron las características físicas las que tuvieron una mayor influencia, como en los casos de Benítez, Cajigal y Libertador; y en la mayoría de los municipios, es la vulnerabilidad lo que incidió con mayor predominancia sobre la amenaza

en la obtención del riesgo relativo; solamente en Mejía, se aprecia que ambos componentes tuvieron una participación similar.

Cuadro 5. Índice de riesgo sísmico municipios en el estado Sucre

Municipios	Índice de amenaza	Índice de vulnerabilidad	Índice de riesgo
A. E. Blanco	4,76	4,98	3,76
A. Mata	4,51	4,70	3,47
Arismendi	4,62	4,87	3,63
Benítez	7,21	4,44	4,28
Bermúdez	4,39	6,02	3,76
Bolívar	4,51	5,24	3,69
Cajigal	4,42	4,20	3,26
Cruz S. Acosta	4,55	4,76	3,55
Libertador	4,55	4,36	3,34
Mariño	4,97	4,34	3,92
Mejía	4,43	4,47	3,36
Montes	4,41	4,57	3,38
Ribero	4,79	5,21	3,99
Sucre	5,39	7,00	6,43
Valdez	4,93	5,85	4,50

El análisis realizado demuestra que los principales factores determinantes en el incremento del riesgo en el estado son la exposición de la población y las infraestructuras importantes ubicadas en las zonas susceptibles.

Si se consideran los eventos sísmicos recientes, no sólo a nivel nacional, sino los que han ocurrido en países cercanos, dado que sus placas generadoras son las mismas en las que se sitúa Venezuela (Rodríguez, 2006), habría de suponerse, que la ocurrencia de eventos con magnitudes similares a los ocurridos en Chile y Haití, tendrían consecuencias catastróficas en el estado Sucre.

Aún la entidad no está preparada para afrontar un evento de magnitudes mayores, considerando que las principales instituciones de apoyo y atención primaria están en las localidades con mayores probabilidades de ocurrencia de eventos, y no cuentan con el personal requerido para atender un desastre.

Adicional a las características antes señaladas, es importante mencionar, que ellas están condicionadas por ciertos procesos o factores, que a lo largo del tiempo terminan generando o incrementando las vulnerabilidades a las que está expuesta una población, según Blaikie (1996) para entender el riesgo desde la vulnerabilidad se plantea un “modelo de presión y liberación” (modelo PAR, *pressure and release*), como una herramienta relativamente simple que muestra cómo los desastres se presentan cuando las amenazas naturales afectan a la gente vulnerable; está arraigada en procesos sociales y causas de fondo que finalmente pueden ser totalmente ajenas al desastre propiamente dicho. Es un medio para entender y explicar las causas del desastre.

En primera instancia, se tiene que la mayoría de las causas de fondo están relacionadas con los procesos económicos, demográficos y políticos, los que afectan la asignación y distribución de los recursos de la población (Blaikie, 1996). Estas causas se presentan a nivel mundial en la mayoría de las sociedades. Venezuela y el estado Sucre, no están exentos, por lo que se puede decir que las causas condicionantes son, el poco acceso que se tiene a los recursos e infraestructuras, así como los procesos de planificación que se han realizado hasta el momento.

Por otra parte, este modelo está compuesto por unas presiones dinámicas, que son procesos que van a traducir las causas de fondo; por esta parte, se tiene entonces el crecimiento desordenado de la población (Pérez, 2008), la falta de instituciones, así como de personal capacitado (relacionado con el déficit de personal) (ver cuadro 6), la deforestación producto de las rápidas urbanizaciones; y por último, se tiene que esas causas y presiones se presentan a lo largo del tiempo en forma de condiciones inseguras que se conocen como vulnerabilidades; es así, como se presenta entonces la población en los lugares peligrosos, la existencia de infraestructuras sin

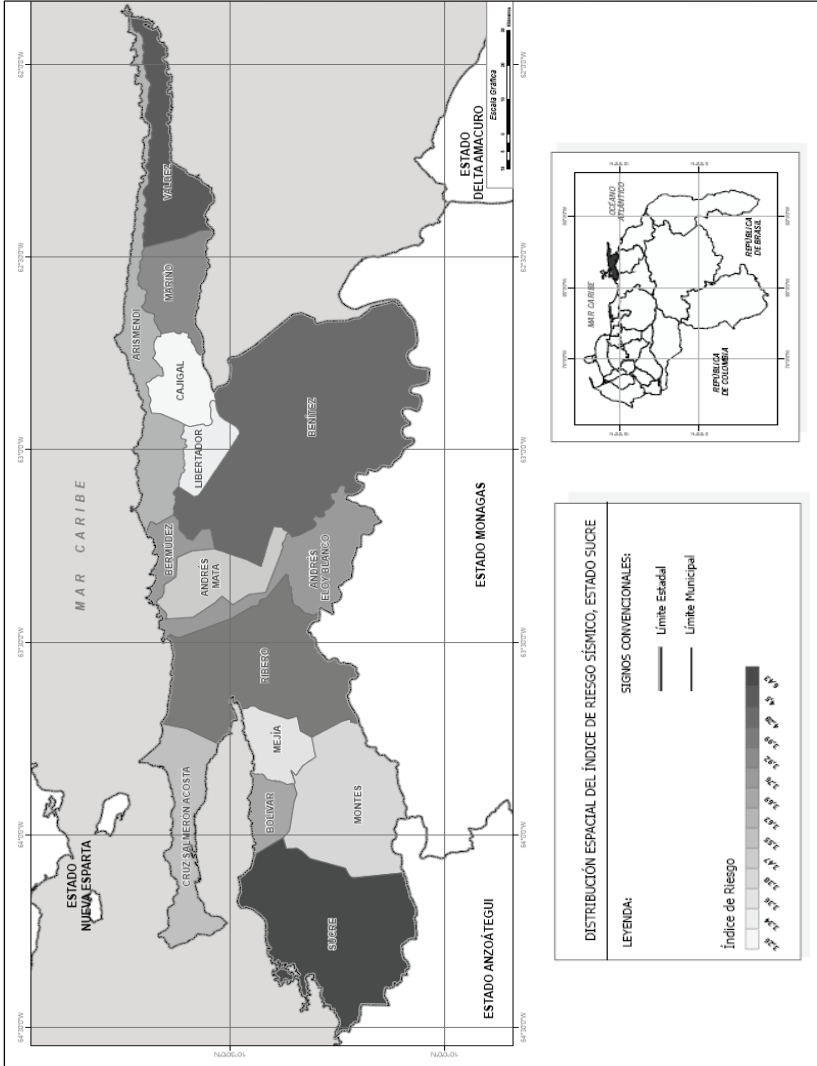


Figura 2. Delimitación espacial del Índice de Riesgo del estado Sucre.

protección ubicada en lugares pocos seguros, la existencia de una fragilidad económica representada por los bajos ingresos de la población, la poca capacidad de recuperarse ante un evento y la falta de preparación de la sociedad para enfrentar los diferentes peligros a los que está expuesta. Todo esto pudo evidenciarse durante la realización del trabajo.

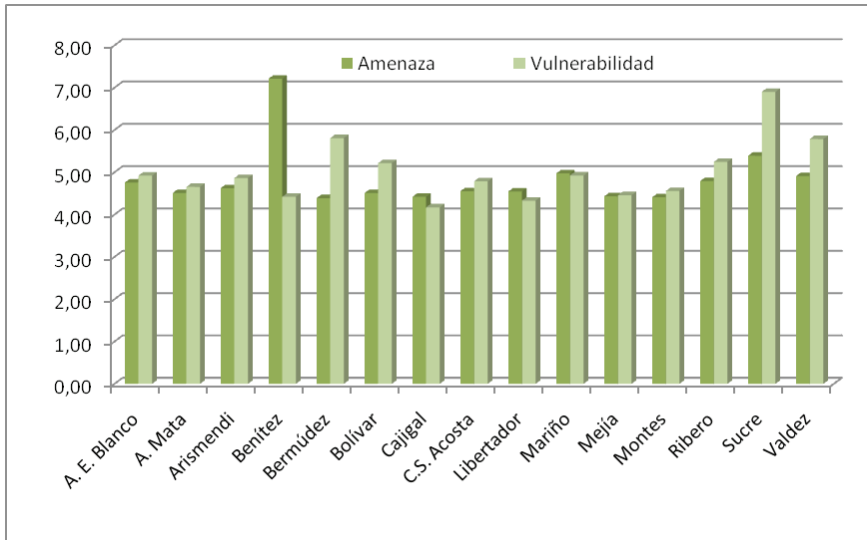


Figura 3. Comportamiento de los índices de amenaza y vulnerabilidad por municipios del estado Sucre.

Es importante considerar, las posibles consecuencias de futuros eventos sísmicos en el área en estudio y bajo las condiciones descritas anteriormente; para ello, se plantean dos escenarios posibles: uno al oeste del estado, donde han ocurrido sismos de fuertes magnitudes en ciudades como Cumaná y Cariaco (Garses, 1994); y otro, al este en Güiría, donde la microsismicidad es constante (FUNVISIS, 2009), con dos posibles tendencias: una donde se mantiene la situación actual, y otra, al ser consideradas las propuestas mitigantes.

Cuadro 6. Número de efectivos por municipios del estado Sucre

Municipio	Localidad	Población	# Efectivos	Bomberos/ Habitantes	Déficit
Andrés E. Blanco	Casanay	24.043	25	1,04	0
Benítez	El Pilar	37.494	32	0,85	5
Bermúdez	Carúpano	157.883	50	0,32	107
Montes	Cumanacoa	57.289	25	0,44	32
Ribero	Cariaco	62.591	25	0,39	38
Sucre	Cumana	356.405	115	0,32	240
Valdez	Güiria	37.773	20	0,53	17
Estado/total		945.608	292	0,31	653

Fuente: Elaboración propia con base a la información suministrada por el Mayor José Lara, Jefe de la estación de Bomberos de Cumaná. 2009

Escenario 1. Sismos al oeste del estado

Al oeste del Estado, en los municipios Sucre, Ribero y Mejía, están las ciudades de Cumaná y Cariaco, en las cuales existe microsismicidad constante, se han registrado sismos de gran magnitud (Garses, 1994); como consecuencia, se han visto afectadas las edificaciones (llegando algunas a su colapso); derrumbes y deslizamientos, agrietamiento en los terrenos y, en algunos casos, pérdidas humanas, así como también, el aumento del oleaje, lo que provoca inundaciones.

Tendencia 1. Mismas condiciones

Si ocurriera un sismo en este sector, bajo las condiciones explicadas actualmente, probablemente sus efectos, más que generar una emergencia, podrían desencadenar un desastre, debido a la constante exposición de las estructuras a microsismos, sin una evaluación adecuada que ayude a reforzarlas para soportar nuevos eventos, lo que podría desencadenar su colapso, unido a la falta de conciencia de la población y al desconocimiento de las áreas más vulnerables, lo que aunado a la poca continuidad en los planes propuestos por los entes gubernamentales; incrementa la posibilidad de resultados más devastadores.

Tendencia 2. Propuestas aplicadas

Si por el contrario, se cambian las condiciones de vulnerabilidad del área; es decir, se toman en cuenta los registros históricos de los eventos ocurridos, se evalúan los efectos sobre las estructuras y se refuerzan en función de las evaluaciones, los efectos por un nuevo sismo serían minimizados; así mismo, si se hicieren del conocimiento público las áreas de mayor riesgo, y se hacen campañas a través de los medios regionales para concientizar a la población, acompañado de la permanencia y su periodicidad y otras políticas por parte del Estado, las consecuencias de nuevos eventos serían menores; no llegarían a convertirse en desastres las emergencias, y podrían reducirse considerablemente las pérdidas de estructuras y de vidas humanas, reducirían los riesgos en estas áreas.

Escenario 2. Sismos al este del estado

Es una zona que actualmente presenta una microsismicidad constante, donde los principales epicentros se localizan cerca de la ciudad de Güiría (FUNVISIS, 2009), aunque no hay registros que evidencien la ocurrencia de eventos devastadores, el efecto de la microsismicidad puede ser considerado en las posibles afectaciones a las estructuras, ya que su recurrencia incide en el debilitamiento de las bases estructurales. Debe considerarse, que en esta parte del estado se ubica un muelle con salida internacional, lo que le confiere una importancia económica a la región.

Tendencia 1. Mismas condiciones

Si se considera la posibilidad de la ocurrencia de un evento con magnitudes mayores a las que cotidianamente ocurren en la zona; es decir, uno de magnitud e intensidad mayor o igual a seis, las estructuras podrían ceder fácilmente, debido a la exposición constante ante los microsismos que van deteriorando las bases; asimismo, la falta de personal de asistencia y el desconocimiento por parte de la población sobre las zonas más susceptibles, permite suponer que las consecuencias serían desfavorables. De igual

manera, debe considerarse la posibilidad de pérdidas de vidas humanas y de infraestructuras importantes para la economía.

Tendencia 2. Propuestas aplicadas

Si se parte de la existencia de una vulnerabilidad condicionada por la microsismicidad, y se toman medidas que permitan reforzar las estructuras, se considera la implementación de talleres y campañas de concientización a la población, asimismo el incremento de personal capacitado para dar respuesta ante eventos naturales de este tipo, se podría reducir la vulnerabilidad de la zona, y con ello, las consecuencias serían menores que las registradas en el occidente del estado.

PROPUESTAS

A partir del análisis realizado en el estado Sucre mediante la generación de los índices relativos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo sísmico, se llegó a reconocer las áreas que deben ser tomadas con mayor prioridad para mitigar y minimizar los niveles de riesgos a los que está expuesta la población.

Aspecto de investigación

- Realización de un estudio más detallado a cada una de las áreas consideradas de mayor riesgo; este trabajo permitió determinar, a manera general, las posibles áreas de riesgo en la entidad, por lo que se sugiere ampliarlo, para así contar con datos más precisos, principalmente en los municipios Sucre, Ribero y Bermúdez. Adicionalmente, hay que considerar que, a nivel nacional, se llevan trabajos detallados en diferentes ciudades, pero hasta los momentos, no se menciona ni incluye, ninguna del estado Sucre, donde sólo se han realizado trabajos referentes a la amenaza.
- Generar programas de investigación y/o simulación de los sismos que pueden ocurrir en el mar y de los posibles tsunamis, con la

finalidad de generar estimaciones de su comportamiento y de las posibles afectaciones en el estado Sucre.

Adicionalmente, se plantean medidas que vayan dirigidas al aspecto preventivo y mitigante de los riesgos, para ello se tomaron como base las áreas con los índices más altos, para así priorizar la asignación de las medidas.

Aspecto preventivo

Dados los resultados de la investigación, las principales medidas de prevención y/o mitigación están orientadas a la planificación.

- Realización de una evaluación que determine los usos y ocupaciones del espacio como base para la creación del Plan de Ordenación Territorial del estado Sucre, donde se incluyan objetivos que permitan generar condiciones que ayuden a mitigar el riesgo, ya que hasta la fecha el estado Sucre no cuenta con un plan definido. Su creación permitirá limitar los usos de los espacios, para con ello intentar mantener una planificación territorial acorde a los recursos y riesgos presentes en la entidad
- Creación de planes de emergencias, donde se estipulen las medidas preventivas para evitar desastres y/o cómo actuar ante un evento, de manera que se establezcan las estrategias y responsabilidades de la población que pueda verse afectada por el mismo, en el evento en cada uno de los municipios de la entidad.
- Realizar un inventario de todas las infraestructuras hospitalarias, de rescate y apoyo, con la finalidad de detectar la condición actual y determinar las estrategias para su recuperación, adecuación y mantenimiento, y ajustarlas a infraestructuras condicionadas para eventos extremos, de modo que aseguren la estabilidad en lo posible y sean de resguardo a la población mayormente afectada.

- Ampliación del número de funcionarios de los centros de rescate y apoyo ante eventos sísmicos; al ser el cuerpo de bomberos un organismo de apoyo al momento de presentarse una emergencia, debe contar con los funcionarios mínimos para asegurar una respuesta adecuada para mejorar la capacidad de respuesta. El número de efectivos debería ser igual al mínimo estimado por los estándares internacionales en el estado Sucre.

- Ampliación de planes educativos para todos los municipios de la entidad, estos planes están siendo ejecutados en toda la entidad, pero sólo han tenido mayor efectividad en el municipio Montes, de acuerdo a entrevistas realizadas, por lo que hay que diseñar nuevas estrategias para buscar la mayor receptividad del plan en el resto de los municipios, de manera que sea incrementado el número de personas preparada para enfrentar el riesgo sísmico y en ello mitigar los posibles efectos.

Aspectos preventivos locales

Adicionalmente, hay que considerar medidas que estén más al alcance de la población, para ello se plantean las siguientes:

- Hacer públicos los estudios y mapas de riesgo a través de folletos y/o panfletos, para que estén al alcance de la población.

- Realizar micros por medios de comunicación regionales, para que tengan una mayor receptividad y creen conciencia en la población.

- Creación de brigadas de emergencia en las comunidades, apoyadas por los entes de respuestas.

- Hacer una revisión del estado de las infraestructuras por parte de la comunidad, y hacer llegar los resultados al gobierno local, para que este último, canalice las inquietudes y asigne equipos de respuesta a la comunidad.

- Periódicamente realizar simulacros en las comunidades, para que la población sepa cómo actuar ante la ocurrencia de eventos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A manera general, se concluye que el estado Sucre es la entidad con mayor amenaza sísmica de todo el país, su principal falla activa es El Pilar, que tiene una trayectoria este-oeste, y es la generadora de los principales movimientos telúricos del estado; adicionalmente, Sucre posee unas características geológicas que acentúan la amenaza, como es la presencia de suelos blandos (en gran parte del estado), donde la mayoría de las ciudades principales, se emplazan, lo que incrementa la vulnerabilidad que éstas puedan tener.

Como resultado de esta investigación se tiene:

- El estado presenta déficit en cuanto al personal de rescate y apoyo, lo que incrementa la vulnerabilidad de resiliencia que tiene el estado.
- La principal actividad económica del estado corresponde a la agrícola, esta sería la más afectada en caso de ocurrir un evento sísmico, ya que está distribuida en sus diversas formas en todos los municipios.
- Las vulnerabilidades más relevantes corresponden a la exposición y la capacidad de recuperación que puedan tener los municipios, ya que la población se localiza en los lugares más amenazados y, por otra parte, los efectivos de rescate no son suficientes. Las principales infraestructuras de asistencia están localizadas en las zonas de mayor afectación, por ello, podrían verse afectadas.
- En cuanto a la población que podría ser seriamente afectada, al trabajar con índices relativos, y señalan que el 67% de los habitantes se verían afectados, ya que las mayores concentraciones

están localizadas en los municipios con los más altos índices de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

- Los municipios que resultaron con mayores índices, corresponden a su vez a aquellos que se han visto afectados por eventos anteriores, y donde se ubican actividades económicas importantes para la región, y son: Sucre con un índice 9,73, Ribero con 4,87 y Valdez con 5,85; donde se asientan las ciudades de Cumaná, Cariaco y Güiria, respectivamente.

Con respecto a las recomendaciones:

- Al tratarse de una investigación con visión preliminar en la determinación de áreas de riesgo en el estado, es recomendable que se hagan estudios más detallados, principalmente en aquellos municipios con índices relativos altos.
- A pesar de los planes que se llevan a cabo para mitigar los riesgos en la entidad, deben ser ampliados y tratar de mantener la continuidad en el tiempo.

En cuanto al método utilizado:

- El método utilizado para calcular las áreas de riesgo permitió integrar aspectos tanto físicos como sociales, y es un aspecto positivo, ya que proporciona una idea global del comportamiento de cada factor en la generación del riesgo sísmico del estado Sucre.
- El método permitió identificar cuáles son los factores que tienen una mayor participación en la generación del riesgo; sin embargo, hay que aclarar que esta metodología implica un conocimiento experto, y que sea empleada por un equipo multidisciplinario para mejores resultados.
- Esta metodología tiene la posibilidad de admitir modificaciones según la información disponible, al igual que puede ser utilizada en distintas escalas de trabajo; nacional, regional y local.

- La creación de los índices relativos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, aunque no son de resultados definitivos o absolutos para caracterizar el evento, permitió tener una aproximación a las áreas que podrían ser más críticas ante la ocurrencia de un evento sísmico con magnitudes mayores a las registradas hasta la fecha.
- La aplicación de esta metodología, específicamente para esta investigación, no permitió realizar comparaciones con otras zonas del país, para considerar si los resultados obtenidos permitían definir claramente un alto, medio o bajo nivel de riesgo a partir de su índice relativo, esto debido a que en el país no se encontraron trabajos con esta metodología.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es el resultado de una investigación mayor, que permitió presentar el trabajo de grado de la maestría en *Análisis Espacial y Gestión del Territorio* de la Facultad de Humanidades y Educación, en la Universidad Central de Venezuela.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Administración Nacional del Océano y La Atmósfera (NOAA). (2003). *Tsunamis Las Grandes Olas*. Documento en línea. Disponible en: http://www.prh.noaa.gov/itic_pr/Las%20Grandes%20Olas/tsunami_great_waves_cover_3.html [Consultado: 2010, Septiembre].
- Blaikie, Piers (1996). Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres. Red de Estudios sociales en prevención de Desastres en América Latina. Documento en línea. Disponible en: <http://www.desenredando.org>. [Consultado: 2008, Junio 28].
- Beltrán, C. (1994). *Aspectos neotectónicos de la región nororiental de Venezuela*. VII Congreso Geológico de Venezuela, Tomo III. Barquisimeto. Ministerio de Energía y Minas.
- Cardona A., Omar (2001). *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos*. Documento en línea. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. UPC. Barcelona. Disponible en:

<http://www.desenredando.org/public/varios/2001/ehrisusd/index.html>.
[Consultado: 2008, Noviembre 03].

Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) (2001). *Mapa de zonificación sísmica con fines de ingeniería*. Documento en línea. Caracas-Venezuela [Consultado: 2008, Mayo 06].

----- (FUNVISIS) (2002). *La investigación sísmológica en Venezuela*. Documento en Línea. República Bolivariana de Venezuela. Disponible en <http://www.funvisis.org.ve>. [Consultado: 2008, Mayo 19].

----- (FUNVISIS) (2008). *Sismología Aplicada*. Documento en Línea. República Bolivariana de Venezuela. Disponible en <http://www.funvisis.org.ve>. [Consultado: 2008, Mayo 06].

----- (FUNVISIS) (2010). *Boletines Sismológicos 2009*. Documento en Línea. República Bolivariana de Venezuela. Disponible en <http://www.funvisis.org.ve>. [Consultado: 2010, Enero 06].

Gaceta Oficial del Estado Sucre. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 74 Año LXXXII-Mes XII. Cumaná. República de Venezuela, 30 de Agosto de 192.

Garses, J. (1994). *Venezuela. Amenazas naturales. Terremotos. Maremotos. Huracanes*: Autor.

Gérard, Bruno y Hurtado, Toskano (s.f.). *El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta de decisiones en la selección de proveedores*. Tesis Digitales UNMSM. Documento en línea. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/Basic/toskano_hg/contenido.ht. [Consultado: 2009, Diciembre 04].

Gobernación del estado Sucre. (2009). *Datos básicos capital: Cumaná. Datos del Estado Sucre*. Documento en línea. Disponible en: www.edosucere.gov.ve. [Consultado: 2009, Enero 18].

González De Juana, C. (1980). *Geología de Venezuela y sus Cuencas Petrolíferas*. 1ª Edición, Caracas. Foninves. Venezuela.

Hernández, M. (2002). *Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas*. UPC. Documento en línea. Disponible en: <http://www.tdx.cat/TDX-0731102-15453>. [Consultado: 2008, Mayo 05].

- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2001). *Atlas de Desarrollo Humano*. Caracas.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2001). *Censo de población y vivienda 2001*. Caracas.
- Jovel, Roberto (2003). *Proyecto de cooperación técnica sobre Información para el manejo del riesgo ante desastres en América Latina y el Caribe. Marco conceptual de proyecto*. Documento en línea. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Disponible en: http://www3.cepal.org.mx/iadb-eclac-project/pdf/marco_conceptualRJ.pdf. [Consultado: 2009, Marzo 06].
- Lavell, Allan (1997). *Viviendo en Riesgo. Comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina*. Documento en línea. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Disponible en: <http://www.desenredando.org>. [Consultado: 2008, Junio 28].
- Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos*. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39.095, Caracas, Venezuela, 9 de Enero de 2009.
- López, M^a Fernanda y Cantos, Jorge (2000). *Riesgos Naturales, disciplina geográfica de futuro*. Documento en línea. Boletín de la A.G.E. N° 30. 2000. Disponible en: www.age.ieg.csic.es. [Consultado: 2008, Octubre 06].
- Mansilla, Elizabeth. *Riesgo y Ciudad*. (2000). Universidad Nacional Autónoma de México. Documento en línea. División de Estudios de Posgrado. Facultad de arquitectura. México. Disponible en: <http://www.desenredando.org>. [Consultado: 2009, Marzo 10].
- Ogura, Agostinho y Soares M., Eduardo (2002). *Procesos y Riesgos Geológicos. Notas de Clases Dictadas en el II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental*. (2002). Documento en línea. Oficina Regional de Ciencia de la Unesco para América Latina y el Caribe Oficina de Unesco en Montevideo ISBN 92-9089-073-8. Disponible en: <http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/campinasprimeras.pdf>. [Consultado: 2008, Octubre 06].
- Nacif, Nora E. y Pilar, Espinoza M, (2001). *Vulnerabilidad Sísmica en la Ciudad. Un Desafío a enfrentar en la Planificación Urbana*. Documento en línea. Disponible en: <http://www.biblios03.tripod.com/vsis.pdf>. [Consultado: 2010, Mayo 2].

- Pérez, Efrén (2008). Análisis de Estabilidad Relativa. Requisito para la Ocupación... *AGORA*. Trujillo. Venezuela. Año 11 N° 21.
- Rodríguez, Luz M., Audemard, Franck y Rodríguez, José A. (2006). *Casos históricos de licuación de sedimentos Inducidos por sismos en Venezuela desde 1530*. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V.*, Vol. 21, N° 3, pp. 5-33. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, FUNVISIS, Departamento de Ciencias de la Tierra. Disponible en: www.scielo.org.ve/pdf/rfiucv/v21n3/art01.pdf. [Consultado: 2009, Abril 07].
- Roche, Hugo y Vejo, Constantino (2005). *Métodos Cuantitativos Aplicados a la Administración. Material de Apoyo Análisis Multicriterio*. Facultad de Ciencias Económicas y de Administración. Universidad de La República. Montevideo. Uruguay. Documento en línea. Disponible en: <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>. [Consultado: 2009, Diciembre 5].
- Salazar, Jorge y Vélez, Isabel (2003). Índice de riesgo sísmico urbano. Documento en línea. *Scientia et technica*. N° 21. 2003. Disponible en: www.utp.edu.co. [Consultado: 2008, Junio 06].
- Vásquez, Raquel (2010). *Aporte de la red sísmológica nacional en la evaluación de la amenaza sísmica de Venezuela*. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS). Documento en Línea. Disponible en: <http://opsu.sicht.ucv.ve/bvd/pdf/FUNVISIS-Raquel%20vasquez.pdf>. [Consultado: 2008, Junio].
- Strauch, Wilfried (2010). *Cálculo de la Amenaza Sísmica y Zonas Sísmicas en Nicaragua*. Documento en línea. Disponible en: www.ineter.gob.ni/geofisica/sis/amenaza/index.html. [Consultado: 2010, Febrero 15].

Dayana E. Montezuma M. Licenciada en Geografía (UCV, 2005). Magister en Análisis Espacial y Gestión del Territorio, FHE-Universidad Central de Venezuela (UCV, 2010). Actualmente, Coordinadora de la Unidad de Digitalización, Área de Geomática. Soluciones Integrales GIS (SIGIS). Correo electrónico: dayamontezuma@gmail.com.

