

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA GEOGRAFÍA
MAESTRÍA EN ANÁLISIS ESPACIAL Y GESTIÓN DEL TERRITORIO



Determinación de áreas de riesgo sísmico, estado Sucre. Venezuela.

Tutor:

Prof. Vidal Sáez Sáez

Autor:

Lic. Dayana Montezuma
C.I: 15.152.063

Caracas, Septiembre de 2010

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA GEOGRAFÍA
MAESTRÍA EN ANÁLISIS ESPACIAL Y GESTIÓN DEL TERRITORIO



Determinación de áreas de riesgo sísmico, estado Sucre, Venezuela.

Autora: Lic. Dayana Montezuma

Trabajo que se presenta para optar al
grado de Magister Scientiarum en
Análisis Espacial y Gestión del
Territorio

Tutor:

Prof. Vidal Sáez Sáez

Agradecimientos

A mis padres por apoyarme en cada unas de mis metas, y confiar en mí nuevamente. A mis hermanas por estar siempre allí, y brindarme su apoyo incondicional.

Al profesor Vidal Sáez Sáez, por aceptar ser mi tutor, guiarme nuevamente en uno de mis proyectos, y por la confianza que depositó en mí durante el desarrollo de este trabajo.

A mis amigos y compañeros del postgrado, por animarnos mutuamente a continuar en este proceso de nuevos conocimientos. A mis compañeros y amigos del trabajo por su apoyo, y a Daniel por brindarme su apoyo y seguir entusiasmándome a lo largo de este camino.

Dedicatoria

A mis padres y hermanas, por que siempre estuvieron conmigo apoyándome y ayudándome, dándome las fuerzas necesarias para no caer en los momentos más difíciles de este proceso.

Dayana Montezuma

ÍNDICE

Contenido

Agradecimientos.....	i
Índice	ii
Índice de Tablas.....	iv
Índices de Figuras.....	vi
Índice de Gráficos.....	vi
Índices de Mapas	vii
Resumen	viii
CAPÍTULO I. Planteamiento de la investigación	1
Planteamiento del problema.....	1
Delimitación del área de estudio.....	6
Marco teórico.....	8
CAPÍTULO II Marco Metodológico	27
Proceso metodológico.....	27
Tipo y diseño de la Investigación	28
Técnicas de recolección de la información.....	28
Variables a emplear.....	29
Técnicas de análisis e interpretación de la información	32
CAPITULO III. Análisis de las condiciones físicas y socioeconómicas: amenaza y vulnerabilidad, en el estado sucre	38
Condiciones físicas	38
Condiciones socioeconómicas.....	57
CAPITULO IV. Determinación de las áreas de riesgo ante un evento sísmico, en el estado sucre	103
Evaluación de la amenaza.....	104

Evaluación de las Vulnerabilidades	112
Determinación del Riesgo	122
CAPITULO V. Propuestas para la prevención y mitigación del riesgo sísmico, en el estado sucre	127
Escenario Tendencial	129
Propuestas.....	132
Adicionalmente hay que considera medida que estén mas al alcance de la población, para ello se plantean las siguientes:	135
Conclusiones.....	136
Referencias bibliográficas	139
Anexos	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°		Pág.
1	Sismos que han afectado la costa oriental de Venezuela.....	50
2	Sismos que han ocasionado algún tipo de daño en las localidades del estado Sucre en la década de 1990	53
3	Sismos ocurridos en el último trimestre de 2009	54
4	Incremento intercensal de la población del estado Sucre	58
5	Incremento intercensal de la población por municipio, estado Sucre	58
6	Densidad de población por municipio, estado Sucre año 2009....	60
7	Población por rango de edades por municipios (%). Estado Sucre año 2009	62
8	Número de centros educativos por municipios en el estado Sucre	65
9	Distribución de centros asistenciales por municipios, estado Sucre	68
10	Distribución de camas por hospitales en el estado Sucre.....	69
11	Porcentaje de población ocupada por rama de actividad económica por municipio del estado Sucre	83
12	Hogares pobres y no pobres, por municipio, estado Sucre. Censo 2001	86
13	Índice de Desarrollo Humano por municipio, estado Sucre. Censo 2001	88
14	Población económicamente activa desocupada (15 años y mas) en el estado Sucre. Censo 2001	91

15	Distribución del Índice de dependencia por municipios, estado Sucre. Censo 2001	93
16	Distribución del Índice GINI por municipios, estado Sucre. Censo 2001	94
17	Número de efectivos por municipios del estado Sucre.....	96
18	Indicadores normalizados de amenaza por municipio del estado Sucre	105
19	Ponderación de las variables para el cálculo de la amenaza en el estado Sucre.....	106
20	Indicadores de las variables por los pesos por municipios en el estado Sucre	107
21	Niveles de Amenaza (Hsk) por municipios en el estado Sucre.	108
22	Indicadores normalizados de vulnerabilidad por municipio del estado Sucre	114
23	Pesos para cada variable e indicador según factores de la Vulnerabilidad, estado Sucre	115
24	Cálculo de los subíndices según indicadores por municipio en el estado sucre.....	116
25	Índice de vulnerabilidad (VFk) por municipios del estado Sucre	118
26	Índice de riesgo sísmico por municipios del estado Sucre.....	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág.
1	Ubicación epicentral de los eventos vinculados a las áreas de licuación.....	43
2	Esquema de placas tectónicas en Venezuela.....	46
3	Esquema de secciones de la Falla El Pilar, estado Sucre	47
4	Sistemas y subsistemas de fallas en el oriente de Venezuela.....	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°		Pág.
1	Porcentaje de población ocupada por rama de actividad económica por municipios del estado Sucre.....	84
2	Comportamiento de los factores de la vulnerabilidad por municipios.....	120
3	Comportamiento de los índices amenaza y vulnerabilidad por municipios.....	124
4	Comportamiento del índice de riesgo sísmico por municipio.....	124

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa N°		Pág.
1	Situación relativa del área en estudio	7
2	Geología del estado Sucre	42
3	Densidad poblacional del estado Sucre (Hab/Km ²)	61
4	Número de centros educativos del estado Sucre	70
5	Número de centros asistenciales del estado Sucre.....	71
6	Distribución espacial de infraestructura vial del estado Sucre (2009)	76
7	Distribución de la pobreza por municipio en el estado Sucre	87
8	Distribución espacial del índice de amenaza sísmica, estado Sucre	111
9	Distribución espacial del Índice de vulnerabilidad sísmica, estado Sucre	121
10	Distribución espacial del índice de riesgo sísmico, estado Sucre	126

Determinación de áreas de riesgo sísmico, estado Sucre. Venezuela

Lic. Montezuma Dayana

RESUMEN

Venezuela esta caracterizada por presentar una alta tasa de microsismicidad (eventos de magnitud ≤ 3), donde el oriente del país corresponde a la zona de mayor amenaza sísmica según FUNVISIS. El estado Sucre es el área con mayor amenaza y está emplazada sobre la falla de El Pilar, la cual ha sido la generadora de eventos en las principales ciudades del estado Cumaná y Cariaco con consecuencias considerables, adicionalmente el estado cuenta con características físico-socio-económicas que le denotan un grado de vulnerabilidad ante un evento sísmico viéndose, no solamente él afectado sino pudiendo tener consecuencias regionales y posiblemente nacionales dadas las actividades económicas. Los procesos de planificación han incluido los estudios del riesgo como componente importante en la ordenación del territorio, para así conocer las áreas que requieran ser consideradas con mayor énfasis al momento de gestionar el territorio en pro del bienestar social, es por ello que se plantea un estudio para determinar las áreas de riesgo sísmico del estado Sucre.

El método utilizado para la determinar las áreas de riesgo corresponde a una propuesta que permite un estudio integral vinculando aspectos físicos y sociales, evaluando así las diferentes vulnerabilidades que pueden existir, adicionalmente esta metodología puede ser usada a diferentes escalas tolerando algunas modificaciones según el caso de estudio, por lo que se consideró para la investigación. Las áreas de riesgo obtenidas están vinculadas principalmente con los espacios donde existe la mayor concentración de población y de actividades económicas de suma importancia para la región, también donde han ocurridos eventos de magnitudes significativas y con consecuencias destructoras (Cumaná 1929 y Cariaco 1997), en estas áreas están presentes las principales ciudades de la región Cumaná, Cariaco, Carúpano y Güiria, adicionalmente se concentra en ellas infraestructuras importante para el estado y la región, lo que permite considerarlas a la hora de tomar decisiones y plantear medidas de minimicen las posibles pérdidas y daños tanto dentro como fuera del estado Sucre.

Palabras claves: población, riesgo, amenaza, vulnerabilidad, Sucre, sismos.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema

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; 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 zonas de gran actividad sísmica, 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).

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 del El Pilar.

El estado Sucre se ha visto afectado por eventos sísmicos que han dejado consecuencias considerables, Cumaná en 1929 y el de Cariaco 1997 (FUNVISIS, 2008). Hoy en día, se registran actividades sísmicas en todo el territorio nacional, y es evidenciado las repeticiones de estas hacia el oriente del país, donde unas de las ciudades mas afectadas son Güiria y Carúpano con magnitudes entre los 3.4 y 2.5 respectivamente (FUNVISIS; 2008)

Las condiciones físico-socio-económicas del estado Sucre, le denotan un cierto grado de susceptibilidad ante un evento o desastre sísmico, cuando se le consideran el conjunto de actividades que en el estado se desarrollan, como por ejemplo está una de 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 para el país, donde la costa sucrense es una de las principales productoras importantes en la industria procesadora de productos del mar (Gobernación del Estado Sucre, 2008).

Actualmente, se estima entre los proyectos del gobierno, la creación de un polo de desarrollo industrial en el área en estudio, específicamente en la península de Paria en el poblado de Güiria, que permitirá aún más el desarrollo del estado y de la región oriental del país, "será el centro de acopio de la producción de gas natural del nororiente del país (Plataforma Deltana,

el Norte de Paria y el Golfo de Paria), albergará las plantas de licuefacción de gas natural (GNL), las de industrialización, facilitará el procesamiento de crudos, y proveerá servicios de muelle necesarios para la construcción y servicios, el despacho y recibo de GNL, crudos y otros producto” (PDVSA, 2009).

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 cierto modo, la producción del país hacia una actividad económica específica. Los acontecimientos ocurridos anteriormente y los que se registran actualmente (redes sismológicas; FUNVISIS), dan a entender su recurrencia, y a pesar de sus magnitudes ser bajas, los de mayor magnitud que se dan o darán en un espacio, llegarían a producir las mismas consecuencias ya descritas o más severas, 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 reducir al máximo el impacto de un desastre sísmico a un determinado espacio y a su población, reduciendo así la cantidad de pérdidas tanto humanas como materiales, culturales, institucionales y económicas para el estado.

Hasta los momentos con la información recopilada de los eventos anteriores y los recientes, se ha elaborado el mapa de distribución de la amenaza sísmica a nivel nacional, así también se consideran los estudios de microzonificación sísmica para algunos lugares (ciudades o regiones), sin embargo, sólo se ha

llegado a eso; ya que los estudios donde se plantean cuáles son las áreas más vulnerables a la afectación ante un desastre sísmico no se han efectuado en toda Venezuela, y el estado Sucre es una de las zonas que no han sido estipuladas para tales estudios, es por ello que se desea plantear un estudio que involucre la evaluación de estas dos situaciones, vulnerabilidad y riesgo.

Hoy en día, es de vital importancia la evaluación y consideración del riesgo ante todo proceso que implique la planificación de un espacio, así se permite conocer esas áreas que serán consideradas con mayor énfasis al momento de gestionar el territorio en pro del bienestar de la sociedad; estos espacios orientarían a definir, reubicar y gestionar con precisión actividades que se dan o que están por darse en ellos, así como establecer medidas preventivas y de conocimiento a la población ante un evento o desastre sísmico.

Es por ello que se propone hacer un estudio de las susceptibilidades del estado Sucre ante un desastre sísmico, evaluándose con énfasis sus vulnerabilidades y el grado de riesgo existente en el estado, y que permita obtener una visión preliminar de la caracterización del estado según su amenaza, vulnerabilidad y riesgo sísmico. Planteándose entonces la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las áreas susceptibles en el estado Sucre ante un evento sísmico?

Objetivo general

Determinar las áreas de riesgo ante un evento sísmico en el estado Sucre.

Objetivos específicos

- 1.- Evaluar las condiciones físico-socio-económicas, que permiten conocer y determinar la amenaza y vulnerabilidad del estado Sucre.
- 2.- Determinar el grado de riesgo sísmico mediante el análisis de amenaza y vulnerabilidad en el estado Sucre.
- 3.- Proponer medidas que lleven a la prevención y mitigación ante un desastre sísmico en el estado Sucre.

Delimitación del área de estudio

Delimitación Espacial

El estado Sucre está emplazado en la región Nor-Oriental del país, limita con los estados Monagas, Anzoátegui y Delta Amacuro, según la Gaceta Oficial de 1992 de la entidad; sus límites son los siguientes:

Norte: Mar Caribe.

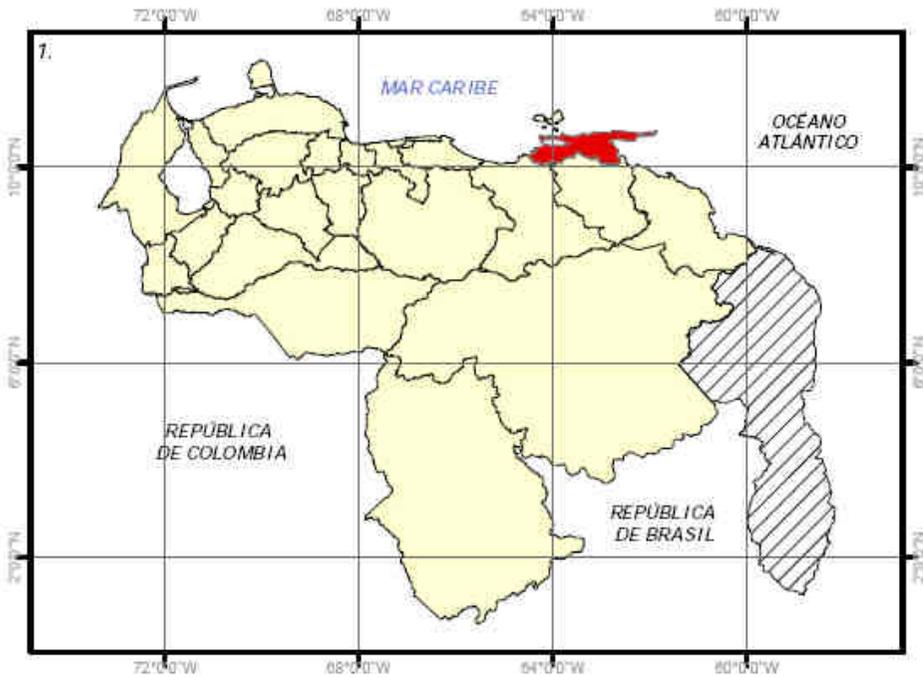
Este: con el Golfo de Paria

Sur: estado Anzoátegui, desde el Cerro El Escarpado hasta el Cerro El Diablo, en el punto donde nace el Río Amana, y con el estado Monagas desde éste punto hasta el nacimiento del Río San Juan, desde donde continúa en una línea variable que sigue el curso de este río aguas abajo hasta su desembocadura en la Barra de Maturín en el Golfo de Paria.

Oeste: Golfo de Cariaco y Mar Caribe.

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

Posee una superficie de 11.800 Km², se divide política y administrativamente en quince municipios y cincuenta y cinco parroquias.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
 COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
 TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO SÍSMICO, ESTADO SUCRE, VENEZUELA

MAPA Nº 1 UBICACIÓN RELATIVA

- LEYENDA:
- 1. UBICACIÓN RELATIVA NACIONAL
 - 2. UBICACIÓN RELATIVA REGIONAL

Base cartográfica: Instituto Geografico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB)
 Fuente: Elaboración propia.

Elaborado por:
 Lic. Montezuma Dayana

Caracas, Junio de 2010

Tutor:
 Dr. Vidal Sáez Sáez



Marco teórico

Ocupación espacial y gestión de riesgo

Desde principios de la historia, el hombre ha buscado asentarse en lugares que le proporciona ventajas para su desarrollo, que en algunas ocasiones llevan consigo intrínsecamente un componente de peligrosidad o amenaza según sea su característica físico natural.

A nivel mundial se observa un patrón ocupacional en zonas que pueden verse afectadas por eventos naturales que ponen en peligro a las poblaciones, principalmente se observan ciudades ubicadas en áreas cercanas a volcanes, sobre fallas tectónicas, en áreas susceptibles a deslizamientos, y en las costas, donde los eventos meteorológicos toman mayor fuerzas por el aumento del mar.

Adicionalmente, el crecimiento poblacional ha llevado consigo una ocupación no planificada y a asentarse en aquellas áreas menos aptas para un desarrollo poblacional, conllevando a su vez a la degradación de los recursos e incrementando los niveles de vulnerabilidad de un poblado ante cualquier tipo de eventos.

El rápido crecimiento de asentamientos marginales en todas las ciudades de América Latina, de construcción precaria en terrenos muy propensos a amenazas, y la incapacidad de la industria implantada de generar un crecimiento económico sostenido y cubrir las necesidades sociales, son factores claves que condujeron a esta concentración de vulnerabilidades (Lavell, 1997:19-285).

El proceso de urbanización acelerado, y el deseo de adquirir mayores recursos por parte de ciertos sectores de la población, han propiciado que algunas áreas sean ocupadas sin ningún tipo de planificación que posteriormente requiere la implementación de servicios para cubrir las necesidades de esa población, ocasionando más factores coadyuvantes a los procesos de vulnerabilidades y por ende del riesgo.

El crecimiento poblacional y los procesos de urbanización, las tendencias en la ocupación del territorio, el creciente empobrecimiento de importantes segmentos de la población, la utilización de inadecuados sistemas tecnológicos en la construcción de viviendas y en la dotación de la infraestructura básica, e inadecuados sistemas organizacionales, entre otros, han hecho aumentar continuamente la vulnerabilidad de la población frente a una amplia diversidad de eventos físico-naturales" (LA RED, COMECSO/ITDG, 1993).

Al igual que en otras partes del mundo, Venezuela es un país donde se puede apreciar que los procesos de urbanización crecen aceleradamente, en donde llevan consigo la ocupación de los espacios alrededor de los urbanos y de los marginales dentro de las ciudades, se aprecian procesos deficientes en la conformaciones de las redes de servicios, en muchos casos improvisados, situaciones que se convierten en acelerantes de los riesgos a los que puede estar expuesta una población, exponiendo los factores físicos naturales (amenaza) que antes no eran perceptibles por la población.

El crecimiento incontrolado de las ciudades del país de mayor índice de expansión, hacia los espacios abiertos peri-urbanos se acompaña, desde hace algunos años, de un número

creciente de accidentes o vicios geotécnicos. Ellos, vienen causando daños de consideración en las viviendas e infraestructuras de servicios, y son responsables incluso, de numerosas pérdidas de vidas humanas,... (Pérez, 2008)

La concepción en cuanto a cómo la distribución ocupacional ha venido incrementado en cierta medida los riesgos a los que puede estar expuesta una población, ha generado que se busque la manera de identificar, evaluar y determinar los riesgos pero siempre yendo más allá de solo una descripción de los posibles eventos, y es por ello que ha surgido la gestión del riesgo.

La gestión es el conjunto de técnicas y destrezas necesarias para percibir, evaluar, diagnosticar y concretar la posibilidad de administrar los procesos, así como de los tiempos necesarios para llegar a su materialización, ya sea a nivel de sucesos u obras que actúen como satisfactores de una comunidad, o de los grupos que la integren, o sucesos de gobierno. Un evento de gestión es cualquier acción singular, individual o grupal, inscrita en las generales (Novo y Lara, 1997).

Geografía de los riesgos

Al partir de la concepción general de geografía, como el estudio de todas las relaciones existente entre la sociedad y el medio que lo rodea, puede considerarse la inclusión del estudio de desastres dentro del ámbito geográfico, ya que este representa una estrecha relación entre el hombre y el medio en el que se desenvuelve.

Es importante considerar las grandes divisiones de la geografía la física y humana, donde la primera es definida por Strahler (1974) como: "un conjunto de principios básicos de las ciencias naturales, seleccionados de forma que incluyan primordialmente las influencias ambientales que varían de un lugar a otro de la superficie terrestre"; y la segunda según George, citado por Carter (1974) menciona que la "geografía humana no consiste de hecho en otra cosa que en el estudio descriptivo y explicativo del comportamiento de las colectividades humanas (es decir, de las sociedades) en las distintas regiones y partes del mundo".

Recordando estas grandes divisiones de la geografía, en un principio fue en la rama física donde tuvo sus inicios el estudio de los riesgos con énfasis en la evaluación de las amenazas estudiándose así todos los procesos físicos-naturales de una región, posteriormente la evaluación de la población afectada por un evento natural estuvo vinculada con la geografía humana. A partir de estas consideraciones se comienza a desarrollar la geografía de los riesgos.

Se elaboran estudios donde se vinculan los aspectos físicos-naturales con los sociales, y se establecen las relaciones entre estos para determinar cómo unos afectan a los otros, cómo los aspectos sociales alteran las condiciones naturales de un espacio propiciando los posibles riesgos a los que queda expuesta la población, de esta manera podríamos hablar de la geografía de los riesgos.

Para López y Cantos (2000), hoy se considera el estudio de la geografía de 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.

A partir de lo descrito se aprecia como el riesgo ha tenido importancia en el ámbito de la geografía, impulsando sus estudios desde diversos enfoques y orientándolos también hacia la ordenación del territorio, uno de los pilares hoy en día de la geografía.

Actualmente, en todo proceso de planificación se consideran los estudios de riesgos dados los eventos a los que ha estado expuesta la población a nivel mundial, es por ello que, no solamente se plantea un simple estudio para determinar cuáles riesgos están presentes sino ir más allá, gestionar el riesgo.

La gestión del riesgo puede entenderse como "... un parámetro y componente de la gestión del desarrollo, de la gestión del ambiente y la gestión global de la seguridad humana como condición imprescindible para el logro de la sostenibilidad" (Lavell *et al*, 2003). También puede entenderse que la gestión de los riesgos consiste en una serie de actividades diseñadas para reducir las pérdidas de vidas humanas y la destrucción de propiedades e infraestructuras. (COSUDE/ALARN, 2002)

La gestión integral de riesgos socionaturales y tecnológicos es un proceso orientado a formular planes y ejecutar acciones de manera consciente,

concertada y planificada, entre los órganos y los entes del Estado y los particulares, para prevenir o evitar, mitigar o reducir el riesgo en una localidad o en una región, atendiendo a sus realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales y económicas (Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos, 2009)

Cuando se refiere a la gestión de riesgos se señala ha aquellas actividades y acciones que están vinculadas no solamente durante un evento, sino también las que se pueden hacer para prevenir y mitigar. El gestionar el riesgo permitirá en su medida, establecer planes de manejo de desastres, llevar a cabo una mejor ordenación del territorio y plantear unos buenos lineamientos de planificación.

En la actualidad, en todo proceso de planificación conocer los riesgos a los que esta expuesta la población y su dimensión espacial de estos, lleva a determinar las áreas que deben ser tratadas con mayor prioridad y a establecer las medidas necesarias para el conocimiento de la población de manera de gestionar el territorio en pro del bienestar de la sociedad.

Aspectos generales del riesgo sísmico

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

Para la Real Academia, el riesgo esta definido como "contingencia o proximidad de algún daño", pero en términos más técnicos significa "la posibilidad de pérdida o daño o exposición al cambio de daño o pérdida" (Souter, 1996; Dowrick, 1997).

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.

Para Jovel (2003), el riesgo se produce cuando ocurre la combinación de un fenómeno o amenaza natural y la vulnerabilidad de los asentamientos o actividades humanas. De no existir asentamientos o actividades humanas en alguna zona donde se presente un fenómeno natural extremo, no existe riesgo y no se produce un desastre. Así, ambos factores deben estar presentes para que ocurra riesgo, que se define como la probabilidad de que ocurran daños y pérdidas asociadas a un fenómeno natural de magnitud dada en un punto geográfico específico y temporal claramente definidos.

Otra modalidad del riesgo es el socionatural, 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 (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 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 exactamente 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.

La amenaza según la UNDRO (1979) está definida como la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado. La Organización de Estados Americanos (OEA, 1991), define la amenaza natural como “aquellos elementos del medio ambiente que son peligrosos al hombre y que están causados por fuerzas extrañas a él entre otros: huracanes, sismos, explosiones volcánicas, fuertes precipitaciones, entre otros”. Para Chardon y González (2002), la amenaza corresponde a un fenómeno de origen natural, socio-natural, tecnológico o antrópico, en general, definido por su naturaleza, ubicación, recurrencia, probabilidad de ocurrencia, magnitud e intensidad (capacidad destructora).

Por otra parte, la vulnerabilidad es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo como resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 ó sin daño a 1 ó pérdida total. (Barbat y Pujades, 2004). Para Jovel (2003), la vulnerabilidad

de una sociedad se define como la probabilidad de que 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 presentan una descripción de algunos de ellos, según Wilches-Chaux (1989) citado por Allen (1997), y son:

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.

Técnica: referida a las técnicas inadecuadas de construcción de edificios e infraestructura básica utilizadas en zonas de riesgo.

Ideológica: referida a la forma en que los hombres conciben el mundo y el medio ambiente que habitan y con el cual interactúan.

Cultural: expresada en la forma en que los individuos se ven a sí mismos en la sociedad y como conjunto nacional. Además, el papel que juegan los medios de comunicación en la consolidación de imágenes estereotipadas o en la transmisión de información desviante sobre el medio ambiente y los desastres (potenciales o reales).

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.

Ecológica: relacionada con la forma en que los modelos de desarrollo no se fundamentan en "la convivencia, sino en la dominación por la vía de la destrucción de las reservas del ambiente (que necesariamente conduce) a ecosistemas que por una parte resultan altamente vulnerables, incapaces de autoajustarse internamente para compensar los efectos directos o indirectos de la acción humana, y por otra, altamente riesgosos para las comunidades que los explotan o habitan" (Wilches-Chaux, 1989: 3-39).

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, etc., impiden respuestas adecuadas y ágiles a la realidad existente.

Estos factores definidos serán 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 esta investigación, se consideran los riesgos geológicos; 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). 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 diversos autores las definiciones de amenaza sísmica implica la ocurrencia de sismos y para algunos solo tiene relevancia para los ingenieros y constructores, para ello se plantean las diferentes definiciones que permiten obtener una idea de la amenaza 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 de tiempo determinado; otros autores como Kokot *et al* (2004), definen la amenaza como peligrosidad sísmica relacionada con la intensidad; según López (1991) es definida en términos de la capacidad, o potencial, de daño del movimiento del suelo generado por terremotos en un lugar (su destructividad), a la que designamos como "Intensidad sísmica"

Siguiendo en esta temática, 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 de tiempo (normalmente 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.

Aunque algunas definiciones difieren en el nombre, todas contemplan que la amenaza sísmica está relacionada con los movimientos del suelo producto terremotos, asociados entonces a las fallas activas de un lugar.

Por otra parte, se tiene la vulnerabilidad sísmica, 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.

Para López y Villacañas (1999) la vulnerabilidad sísmica de un elemento V_{\sim} (por ejemplo un edificio), se define como la relación entre la intensidad 1 del movimiento del suelo, generado por un sismo, en el emplazamiento del elemento, y el daño que sufre éste. Esta relación se expresa, en general, mediante una matriz de probabilidad de daño (MPD) o por funciones de vulnerabilidad y de fragilidad.

Para algunos autores la vulnerabilidad sísmica esta relacionada principalmente con las infraestructuras y sus características, según Barbat (1998) la vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructuras o una zona urbana completa, se define como su predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada a sus características físicas y estructurales de diseño.

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)

Los conceptos de vulnerabilidad sísmica presentan ciertas variaciones en sus definiciones, sin embargo deja claro que esta está definida por la fragilidad que puedan tener cualquier bien o personas ante la ocurrencia de un evento, y la forma en como estas tengan la capacidad de recuperarse de los cambios acaecidos por el evento ocurrido.

Situación legal del riesgo

El estudio del riesgo en Venezuela, está enmarcado en diferentes leyes que contemplan la seguridad de la población; en primer lugar, se parte desde la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela hasta la que corresponde a la materia de riesgo, los señalamientos que se presentan a continuación son los que directamente se relacionan con el riesgo.

Como primera normativa legal en la que se sustenta la evaluación de los riesgos de un espacio, se tiene a la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, a partir de esta carta magna se menciona el término riesgo, se establecen las primeras competencias e instituciones que deben estar involucradas para brindar la protección y apoyo ante la ocurrencias de desastres, lo que establece el primer soporte legal en la realización de esta investigación, a continuación los artículos que así lo demuestra.

Constitución de La República Bolivariana de Venezuela
Título IV – Del Poder Público
Capítulo II - De la Competencia del Poder Público Nacional
Artículo 56
(Numeral)
9. El régimen de administración de riesgos y emergencias

Título VII – De la Seguridad de la Nación
Capítulo IV – De los Órganos de Seguridad Ciudadana (artículo 332) señala:

El Ejecutivo Nacional, para mantener y restablecer el orden público, proteger al ciudadano o ciudadana, hogares y familias, apoyar las decisiones de las autoridades competentes y asegurar el pacífico disfrute de las garantías y

derechos constitucionales, de conformidad con la ley, organizará:

1. Un cuerpo uniformado de policía nacional.
2. Un cuerpo de investigaciones científicas, penales y criminalísticas.
3. Un cuerpo de bomberos y bomberas y administración de emergencias de carácter civil.
4. Una organización de protección civil y administración de desastres.

Los órganos de seguridad ciudadana son de carácter civil y respetarán la dignidad y los derechos humanos, sin discriminación alguna.

La función de los órganos de seguridad ciudadana constituye una competencia concurrente con los Estados y Municipios en los términos establecidos en esta Constitución y la Ley.

La elaboración de esta investigación así como cada uno de los objetivos planteados están estipulados dentro del marco legal referente a la materia, en la Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos, que contempla las principales directrices y ámbitos, que debe abarcar la evaluación del riesgo en cualquier territorio, incluye su definición, identificación, evaluación de cada uno de los componentes, así como la incorporación de las medidas que permitan la prevención y mitigación del riesgo, a continuación se presentan algunos artículos que reflejan algunas de las directrices de esta ley en las que se enmarca la elaboración de la investigación.

Ley de Gestión integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos

Título I – Disposiciones generales

Artículo 2

Gestión Integral de Riesgos

La gestión integral de riesgos socionaturales y tecnológicos es un proceso orientado a formular planes y ejecutar acciones de manera consciente, concertada y planificada, entre los órganos y los entes del Estado y los particulares, para prevenir o evitar, mitigar o reducir el riesgo en una localidad o en una región, atendiendo a sus realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales y económicas.

Artículo 6

Obligaciones del Estado

A los efectos de esta Ley, el Estado debe:

1. Garantizar que las acciones propias de la ordenación del territorio y de la planificación del desarrollo a todos los niveles de gestión, eviten potenciar o incrementar las condiciones de vulnerabilidad o de amenazas en el país.
2. Propiciar la ejecución de acciones orientadas a la reducción de la vulnerabilidad existente.
3. Fortalecer las actividades de prevención, mitigación y preparación en todas las instancias de gobierno, así como en la población, con el propósito de reducir los riesgos socionaturales y tecnológicos.
4. Fortalecer las capacidades institucionales requeridas para las labores de reconstrucción ante la ocurrencia de desastres en el territorio nacional.

Título III - Registro nacional de información para la gestión integral de riesgos socionaturales y tecnológicos

Artículo 32

Objeto

El Registro Nacional de Información para la Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos tiene por objeto actualizar, recopilar, procesar, registrar y sistematizar la información relacionada con amenazas, vulnerabilidades, riesgos, emergencias y desastres, y apoyar al Estado en su divulgación y socialización. La información contenida en el Registro es de carácter público y de interés nacional y la misma debe ser considerada en la toma de decisiones. El

órgano rector de la ciencia y tecnología, apoyará al Consejo Nacional de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos en la implementación del Registro.

Título IV – Incorporación de la prevención de riesgos en la educación, cultura y participación popular

Artículo 40

Cultura de Riesgo

El Estado, el sector privado y las comunidades promoverán acciones, valores y prácticas que contribuyan a la identificación y reducción de riesgos, así como con la preparación y atención en caso de emergencias y desastres.

Parte importante de la gestión de riesgo es la elaboración de las medidas que nos permitan prevenir y mitigar el riesgo, es por ello que el objetivo referido a las propuestas de estas medidas se encuentra sustentado tanto en la ley anterior como en la Ley Orgánica de Seguridad de la Nación en el artículo que se presenta a continuación.

Ley Orgánica de Seguridad de la Nación

Esta Ley en el Título II, Capítulo II – De la Defensa Integral de la Nación, específicamente en el apartado *Gestión Social de Riesgo* (artículo 25) señala:

La gestión social de riesgo comprende los objetivos, programas y acciones que dentro del proceso de planificación y desarrollo de la Nación, están orientadas a garantizar la calidad de vida de los ciudadanos y las ciudadanas, promoviendo el desenvolvimiento de los aspectos de prevención, preparación, mitigación, respuesta y recuperación ante eventos de orden natural, técnico y social que puedan afectar a la población, sus bienes y entorno, a nivel nacional, estatal y municipal.

Adicionalmente se menciona como parte importante en esta investigación la Ley de Zonas Costeras ya que el área en estudio está contemplada una zona de costa, esta ley también considera la identificación y evaluación de los riesgos naturales que puedan darse en el área así como la creación de instrumentos que permitan disminuir la vulnerabilidad y con ello el riesgo presente.

Ley de Zonas Costeras

Título I – Disposiciones Generales

Artículo 6. La Gestión Integrada de las zonas costeras se regirá por los siguientes lineamientos y directrices:

(numeral)

7. Riesgos naturales. Se establecerán planes que contemplen acciones apropiadas para mitigar el efecto de los fenómenos naturales.

Artículo 10. Las autoridades competentes podrán restringir el acceso y uso al dominio público de las zonas costeras, por razones sanitarias, de conservación, de seguridad y defensa nacional, de seguridad de los usuarios ante la inminencia de determinados fenómenos naturales, así como por cualquier otra de interés público. En este último caso, oída la opinión de los órganos de consulta y participación pública previstos en la ley.

Título II – Del Plan de Ordenación y Gestión Integrada de las Zonas Costeras.

Artículo 16. El Plan de Ordenación y Gestión Integrada de las Zonas Costeras establecerá el marco de referencia en materia de conservación, uso y aprovechamiento sustentable de las zonas costeras. A tales efectos, el Plan contendrá:

(numeral)

8. La identificación de las áreas sujetas a riesgo por fenómenos naturales o por causas de origen humano, así como los mecanismos adecuados para disminuir su vulnerabilidad.

Cada una de las bases legales expuestas anteriormente contempla la importancia del estudio del riesgo en todos los niveles y queda inmersa la responsabilidad de cada uno de los ciudadanos en llevarlo a cabo.

CAPÍTULO II MARCO METODOLÓGICO

Proceso metodológico

Desde el punto de vista metodológico, la investigación constó de dos fases esenciales: una lógica-metodológica, y la de diagnóstico y análisis, además de las recomendaciones y conclusiones.

La fase lógica-metodológica, plantea la definición del problema de investigación, seguido de la formulación de los objetivos y de la delimitación espacial y temporal, con el fin de iniciar la recopilación de la información (bibliográfica y cartográfica) que dieron pie a la obtención de los antecedentes, bases conceptuales y legales que sustentan el sentido de la investigación, así como también una perspectiva más clara del área.

Una vez obtenida la documentación de gabinete, se procedió a la elaboración de las entrevistas que fue aplicada a los funcionarios de protección civil, para la obtención de información sobre eventos ocurridos en los últimos años e indagar sobre algún estudio de riesgo que se haya o este realizando realizado.

La fase de diagnóstico y análisis, contempló propiamente el desarrollo del trabajo, se inició con el análisis de las condiciones físico naturales que permitió conocer y determinar los niveles de la amenaza sísmica del área, seguidamente el análisis de las características socioeconómicas (población total, densidad, actividades económicas, etc.) que llevó a la evaluación de las diferentes vulnerabilidades a las que esta expuesto el estado Sucre, para

posteriormente estimar sus niveles, y por último caracterizar los niveles del riesgo sísmico.

Tipo y diseño de la Investigación

El diseño metodológico de esta investigación se consideró de tipo no experimental y descriptiva, ya que las variables no fueron modificadas, se estudiaron tal y como se comportan en la realidad; ya que se buscaba describir y relacionar las áreas de riesgo resultante de la amenaza y la vulnerabilidad para el estado Sucre.

Técnicas de recolección de la información

Dado el objetivo de la investigación y su escala (regional), se consideró que la recolección de la información necesaria fuera de tipo documental y con la implementación de entrevistas.

Documental: se partió de la búsqueda de información disponible del tema y área de estudio, tanto en instituciones regionales y locales, 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. La información consultada fue: material cartográfico (división política administrativa, geología, fallas tectónicas), datos de caracterización del área en cuanto a sus aspectos físicos naturales (suelos, eventos ocurridos), información sobre el aspecto socioeconómico del estado (población, actividades económicas, indicadores

de calidad de vida) y la recopilación de los diferentes proyectos que se llevan a cabo en el estado; esta búsqueda se hizo en los distintos ministerios e instituciones especializadas, FUNVISIS, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Ministerio para el Poder Popular de Planificación, Gobernación del estado Sucre, INE, entre otros.

Entrevistas de tipo abierta: fue aplicada al Ingeniero Guerra, del Ministerio de Infraestructura del estado Sucre, mediante el cual se obtuvo información reciente de las características viales; a la profesora Jackelín Rodríguez de Protección Civil, funcionaria encargada de coordinar proyectos de educación sísmica con diversas instituciones del estado, de recopilar la información referente a los eventos sísmicos y su manejo, con lo que se logró conocer las características sísmicas del estado y considerar la capacidad de respuesta de las instituciones ante un evento sísmico, considerándose entre ellos: protección civil, bomberos, dirección regional encargada del riesgo.

Variables a emplear

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, y así identificar sus áreas críticas, principalmente las variables estaban vinculadas a cumplir el primer objetivo de la investigación, y posteriormente su análisis llevó a la caracterización de las áreas críticas o de riesgo en el área de estudio. Para ello se presentan las variables empleadas para la estimación de la amenaza y de la vulnerabilidad que presenta el estado Sucre.

Determinación de amenaza: la amenaza natural viene dada por las condiciones intrínsecas de un lugar, es por ello que las variables seleccionadas correspondieron a las características físicas relevantes para este estudio, cabe destacar la existencia de la zonificación sobre la amenaza sísmica, ya establecida para el estado Sucre, realizada por FUNVISIS, sin embargo, se consideró necesario destacar esas características físicas que denotan el máximo grado de amenaza al área de estudio, es por ello que se consideraron las siguientes variables:

- Fuentes sismológicas: aquí se consideraron los tipos y características de fallas (fallas superficiales o Placas del Caribe y Suramericana). Esta variable permitió conocer las características tectónicas del área en estudio y que son las que denotan ese componente de peligrosidad en el área.
- Geología: a través del tipo de litología se caracterizaron las áreas más inestables del estado, correspondiendo a los suelos blandos y recientes, considerado como aspecto importante ya que acentúa la peligrosidad ante un evento sísmico.
- Registros históricos: número de eventos por años, magnitudes registradas, distribución espacial. Esta variable permitió evaluar la ocurrencia de eventos como parte importante en la actividad sísmica del área en estudio, y así comprobar 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.

Determinación de vulnerabilidad: para determinar las áreas críticas es necesario conocer la condición de vulnerabilidad o susceptibilidad que posee el estado en cuanto a su población y las actividades que permiten su desarrollo.

La vulnerabilidad se puede estudiar de acuerdo a diferentes factores que la componen, lo que se hizo necesario clasificar las variables según estos, para ello las principales variables son las socioeconómicas y las que denotan importancia al estado dentro la región.

- Factor de exposición: referente a la susceptibilidad poblacional, su concentración, para lo que se consideraron las variables humanas. Número de habitantes, densidad de la población, población por edades, permiten estimar la afectación directa a las poblaciones y con ellas determinar las posibles pérdidas humanas
- Factor físico: referente a la susceptibilidad de la infraestructura existentes y que son principales al estado, permitiría conocer así la exposición que podría presentar los servicios básicos y las líneas vitales de comunicación. Tipo y distribución de centros educativos; tipo y distribución de centros de salud; líneas vitales, principales vías, tipo.
- Factor socio-económico: se relacionan los sectores más deprimidos con los de mayor vulnerabilidad, y a su vez con la capacidad de resiliencia ante un evento, para lo que se consideran variables económicas que permiten conocer de manera general el grado de depresión de un área

y asociarlo a su susceptibilidad; para ellos se tienen las siguientes variables:

Índice de Desarrollo Humano, tipo de estrato socioeconómico, desempleo, índice GINI, índice de dependencia.

- Factor institucional: capacidad de prevenir y mitigar un desastre, para ello se consideraron la conformación de instituciones y la existencia o no de planes de trabajo y de emergencia, por la escala de trabajo; y por lo que implica este factor se considerarán los siguientes:
Cantidad de instituciones preventivas 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.

Para los datos poblacionales se tomó la información del Censo 2001 y las proyecciones existentes por municipios para el año 2009, con respecto a esta última se hace la aclaratoria, que sólo se dispuso proyecciones para las variables: densidad poblacional, incremento intercensal y población por rango de edades; debido a el resto de las proyecciones solo se consiguen a nivel estatal y no municipales.

Técnicas de análisis e interpretación de la información

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

De acuerdo al tipo de investigación, se consideró necesaria la utilización de los siguientes métodos:

- Aplicación de estadísticas: se utilizaron los cálculos estadístico de la media y desviación estándar, para 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 llevo a cabo mediante la metodología propuesta por Cardona (2001), el cual plantea un análisis integral del riesgo sísmico a partir de la evaluación de variables tanto físicas como 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 AHP que será explicado más adelante.

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

Por otra parte, el índice de amenaza sísmica esta dado por la ecuación siguiente: $Hs = \sum_i X_{H_i} * \delta_{H_i}$; donde X_{H_i} es el indicador de la amenaza y δ_{H_i} es el peso obtenido para cada variable; el índice de vulnerabilidad esta dado por $Vs_k = (\sum_i E_{V_k} * \delta_{E_k}) + (\sum_i F_{V_k} * \delta_{F_k}) + (\sum_i R_{V_k} * \delta_{R_k})$; donde E_{V_k} , F_{V_k} , R_{V_k} ,

son los indicadores de la vulnerabilidad con respecto a la exposición-física, fragilidad social y falta de resiliencia; y δ_{E_k} , δ_{F_k} , δ_{R_k} son los pesos obtenidos para cada variable.

Adicionalmente, para crear los rangos de las densidades poblacionales, se utilizó el método Natural Breaks Jenks, aplicado a través del SIG, este método determina la mejor disposición de los valores en clases de forma iterativa comparando las cantidades de la diferencia al cuadrado entre los valore observados dentro de cada clase y los medio de clase.

- Análisis por matrices: en el caso de la amenaza, una de las variables consideradas fueron los registros históricos de eventos ocurridos, su análisis se llevó a cabo mediante matrices de doble entradas 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 de acuerdo estas variables; 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, los índices de desarrollo humano, donde se pudo conocer cuáles zonas son más deprimidas, y con el número de bomberos determinando así la existencia de déficit.

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 plantea que índice tiene un factor de participación en cada área de análisis, para ello se debe ponderar cada variable analizada, y 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 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, tomando en cuenta una escala para asignar la importancia de las variables, para Bruno Gérard (s.f.) el AHP utiliza una escala subyacente con valores de 1 a 9 para calificar las preferencias relativas de los elementos.

- Utilización de los sistemas de información geográfica (SIG), el software ArcGis 9.1, fue empleado para la realización del mapa base, así como los mapas temáticos de las variables analizadas, lo que permitió reflejar el comportamiento espacial de las variables seleccionadas: densidad de población, distribución de centros educativos y asistenciales, población en pobreza.

La amenaza no sería representada mediante esta herramienta (SIG), ya que se dispone de una zonificación existente establecida por FUNVISIS, sin embargo, se consideró importante representar ciertos

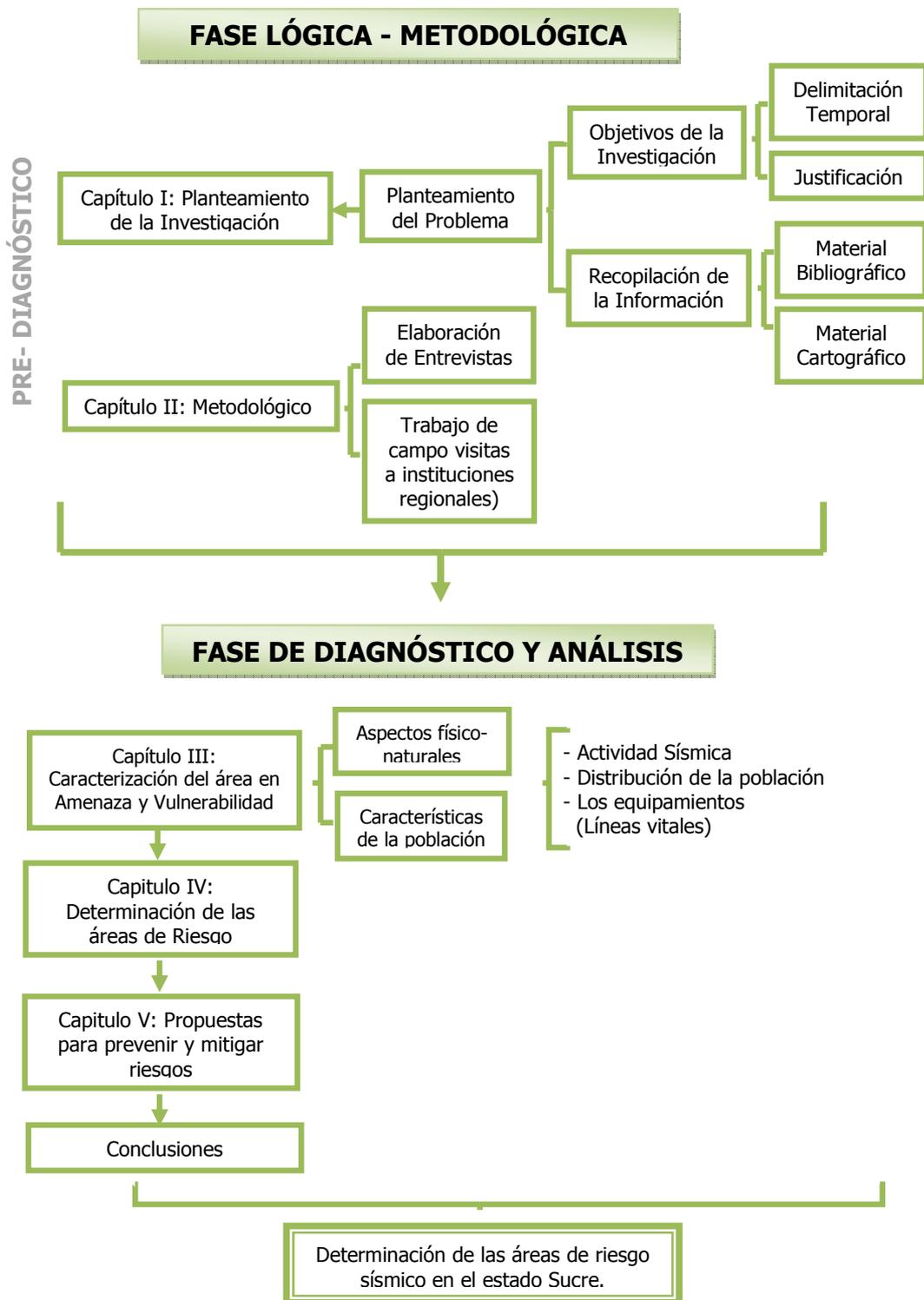
aspectos físicos que influyen directamente en la amenaza de un área, como las características geológicas, para así tener una visión general de los niveles de amenaza por municipios para el estado Sucre.

La escala seleccionada para la presentación de los mapas fue 1:750.000, dada la extensión del área de estudio al tratarse de un estado, y considerada una escala regional. La data y escala de captación de información fue 1:250.000 y 1:500.000, en algunos casos como la geología.

La realización de los mapas se llevó principalmente con la incorporación de la base de datos, recopilada en campo y en gabinete, el mapa de geología (edades geológicas) se realizó con información ya existente del mapa geoestructural de Venezuela. Los mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo se basaron en la incorporación de los índices obtenidos previamente, así obtener una mejor visualización de las áreas con mayor amenaza, más vulnerables y con mayores niveles de riesgo sísmico.

- Elaboración de cuadros, tablas, gráficos e imágenes, permitió que se representaran los resultados obtenidos durante la recopilación de información, como datos de las poblaciones en todas sus variables, actividades económicas, índice de pobreza, entre otras.

A continuación se presenta un esquema del procedimiento empleado para la elaboración del trabajo, dividido según las fases consideradas.



CAPITULO III. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES FÍSICAS Y SOCIOECONÓMICAS: AMENAZA Y VULNERABILIDAD, EN EL ESTADO SUCRE

Condiciones físicas

Geología

El estado Sucre esta enmarcando dentro de sedimentos pertenecientes al Cuaternario reciente, Cenozoico y Mesozoico. La combinación de todas estas formaciones permiten definir una topografía variada, entre las que se destacan morros y cerros de costados subverticales, muy prominentes, tanto en las islas como en tierra firme (Macsoy *et al.*, 1986), formando colinas bajas, de pendiente suave, terreno plano o de suaves ondulaciones, colinas suaves de color rojo ladrillo, el tope del pico Turimiquire esta constituido por la cuesta de buzamiento de las areniscas de la formación San Juan (González de Juana *et al.*, 1980). Forman montañas de relieve abrupto, con escasa vegetación, y laderas cubiertas de bloques rodados de arenisca cuarcítica y lomas redondeadas. Los afloramientos pertenecientes al Cuaternario están representados por sedimentos no consolidados, formaciones recientes de aluviones del Pleistoceno al Holoceno, constituidos por arenas y conglomerados pocos consolidados, estos depósitos están localizados principalmente hacia las penínsulas de Paria y Araya, este y oeste del estado, destacándose también de este tipo de afloramientos varios manantiales de aguas termales que marcan la ubicación de las fallas que separan la zona de hundimiento de las de levantamiento.

Las representaciones del Cenozoico se localizan al centro y este del estado, como se aprecia en el mapa N° 2; están dadas por formaciones con afloramientos sedimentarios comprendidas entre el Pleistoceno y el Eoceno, las formaciones están caracterizadas por afloramientos litológicos de arenas de grano gruesos y gravas, rocas duras, calizas arenosas duras, también esta conformada por afloramientos de metalavas básica maciza finamente foliadas, esquistos cuarzos-clorítico muy bien foliadas. En cabo Tres Puntas en la península de Paria, al oeste del estado, estas rocas aparecen en una zona intensamente fallada dentro de esquistos gráficas-caláreos de la Formación Carúpano. Vignali (1976) considera que los esquistos epidóticos, metavolcánicas y serpentinitas asociadas pueden corresponder a parte de una "mélange ofiolítica" la cual, en la península de Araya-Paria, yuxtapone a rocas de diferentes provincias litológicas como son la Formación Manicuare con la Formación Carúpano. Bladier (1977) considera el conjunto de "rocas verdes" llamada Formación El Copey como una asociación de cuerpos pequeños ubicados en zonas de falla o de contacto entre diferentes formaciones, pertenecen a planos de despegue de los corrimientos que caracterizan el estilo tectónico de este segmento de la cordillera de Araya-Paria.

El Mesozoico, con distribución esparcida por todo el estado pero con mayor presencia hacia el norte, se expresa principalmente por afloramientos rocosos sedimentarios y volcánicos, en gran parte por el Grupo Sucre compuesto por conglomerados y areniscas, seguidas de un intervalo calcáreo, para terminar con predominio lutítico (Hedberg y Pyre, 1944), el Grupo Sucre se localiza con mayor aporte al sur del estado. Adicionalmente se presentan afloramientos con litologías siliciclásticas con intercalaciones carbonáticas,

cuarcíticas, están presentes afloramientos de calizas fosilíferas y frecuentes con aspectos arrecifal, lutitas, areniscas, filitas con esquistos calcáneos, estas últimas representaciones litológicas son representativas de la formación Carúpano, la cual aflora en parte al norte del estado Sucre y se encuentra dispersa entre varios municipios. Como representaciones de este tipo de afloramientos esta el sistema de sierras Araya-Paria y el macizo del Turimiquire, formación cretácica del Mesozoico. Su piedemonte sur muestra un origen Terciario del Eoceno y Oligoceno, más antiguo que la formación Pliocena y miocena definida en una estrecha franja al sur de las colinas de Araya y paria.

Las características geológicas demuestran la presencia de factores condicionantes de la actividad sísmica, evidenciada por los fallamientos presentes en los afloramientos rocosos existente, así como la presencia de materiales que pueden ceder ante un evento sísmico como son los sedimentos no consolidados o aluviones; en el mapa N° 2 se puede apreciar la distribución de las características geológicas, en cuanto sus edades que definen la dureza del material presente en el estado Sucre y que a su vez condiciona la actividad sísmica.

El municipio Benítez es el que presenta un porcentaje mayor de sedimentos recientes, y con características menos resistentes ante un posible evento sísmico, y considerando también aquellos donde las características evidencian las presencias de fallas, y con ello las características tectónicas y principales agentes generadores de eventos sísmicos, con todo este escenario se puede evidenciar la amenaza sísmica de la zona de estudio. Adicionalmente las principales ciudades del estado están asentadas sobre sedimentos recientes

(aluviones), ello las coloca en zonas susceptibles ante un evento sísmico, lo que incrementa la existencia de la amenaza sísmica para el área de estudio y sus principales ciudades, como lo son Cumaná, Carúpano, Güiria, Cariaco y Casanay.

Cabe mencionar la existencia de áreas de licuación en el estado, "la licuación de sedimentos es la transformación a estado líquido de materiales granulares, saturados como consecuencia del incremento de la presión de poros (e.g., Bard, 1992)." En el estado Sucre, estas áreas están definidas por las características litológicas ligadas a los ambientes sedimentarios, y que se ven manifestadas por la actividad sísmica, a la cual esta expuesta por la presencia de las fallas activas existentes, considerándose así un

... aspecto de vital importancia, ya que en épocas anteriores el fenómeno de licuación ha causado grandes daños en algunas poblaciones, ejemplo de ello, las ciudades de Cumaná y Cariaco, estado Sucre; poblaciones de la costa en el oriente centro y occidente, así como en la zona de frontera, San Antonio, Ureña, estado Táchira entre otros... (Acosta y De Santis, 1997).

En la figura 1 se puede apreciar que las áreas de licuación presentes en el estado Sucre, concentradas al oeste del estado y que corresponden con la falla de El Pilar y con las zonas donde los sedimentos son más recientes y susceptibles antes los movimientos telúricos, adicionalmente se puede observar como algunas de las principales ciudades se localizan en estas zonas, como son Cumaná, Carúpano, Casanay y Cariaco; partiendo de esta información se consideran estas áreas inestables y como tal a ser afectadas ante un evento sísmico.

Fuentes sismológicas

La ubicación geográfica de Venezuela la enmarca dentro de los límites de dos placas tectónicas; la principal corresponde a la Placa de Sudamérica y la secundaria la Placa del Caribe. Denominadas placas mixtas, ya que abarcan tanto porciones continentales como oceánicas. El contacto entre ellas ha permitido la generación de un sistema de fallas principales, en Venezuela, denominado Oca-Ancón-Boconó-San Sebastián-El Pilar, y entre ellas se generan fallas menores, considerándose este sistema como el principal generador de los eventos sísmicos del país.

Para Beltrán (1989), las evidencias de deformaciones tectónicas cuaternarias más importantes, así como la sismicidad superficial, están localizadas en una zona de dirección este-oeste en la región nororiental de Venezuela, la cual constituye el segmento oriental del límite actual entre las placas del Caribe y Suramericana, como se puede observar en la figura 2.

En la figura se aprecia como el contacto entre ambas placas permiten la existencia de fallas inversas y con rumbo sinistral, donde resalta su presencia en el oriente del país, se evidencia así la posición del área de estudio en la zona de contactos de las placas y convirtiéndola en un espacio propenso a los eventos sísmicos. El oriente de Venezuela, específicamente el estado Sucre está emplazado dentro de este sistema de fallas, destacándose la de El Pilar; atraviesa de este-oeste al estado, y pasa por diversos poblados de la región, como son Cumaná, Casanay y Cariaco.

La falla de El Pilar, se extiende hacia el este por un poco más de 400 km desde la trinchera de Cariaco (localizada al sur de la isla La Tortuga), hasta el

golfo de Paria; pasa por el puente de tierra entre los golfos de Cariaco y Paria con una extensión aquí de unos 80 km. Su orientación promedio es este-oeste $\pm 20^\circ$, con una inclinación subvertical; su movimiento es transcurrente dextral, la estimación de su tasa de movimiento es de unos 5 mm al año, con un intervalo de recurrencia de unos 400 años con posibilidad de sismos de hasta 7.5 Ms de intensidad (Ms = Magnitud determinada en la superficie, según características dada por las ondas sísmicas); la aceleración sísmica en la zona de afectación de la falla El Pilar es en promedio $0,45 g^1$, lo que la ubica en la Zona VII y VI del mapa de Riesgo Sísmico (FUNVISIS, 2001), a los ingenieros civiles, y aquellos que están vinculados a tomar medidas adicionales de seguridad, a la hora de diseñar y construir edificios u obras públicas.

En la figura 3, se aprecia las secciones de la falla de El Pilar, se observa como la zona más activa corresponde a la situada al oeste del estado Sucre, específicamente la que recorre por los poblados de Cumaná y Cariaco, convirtiéndose así estos lugares con mayor amenaza sísmica de la región. Adicionalmente, el estado Sucre posee como fuentes sismológicas las ramificaciones de la falla de El Pilar (figura 4), las cuales se ubican al sur del estado; en donde se identifican la falla de San Francisco y la falla del Río San Juan. Existen también fallas que bordean al área en estudio; al norte la falla El Yaque, Los Testigos y Punta de Arenas; y al este entre Trinidad y el Golfo de Paria la presencia de las Fallas North Coast, Central Range, Los Bajos y el Soldado intensifican la actividad sísmica del estado.

¹ Constituye una medida de la fuerza de inercia que ofrece la estructura al movimiento y en consecuencia, de su capacidad de daño. Benito Belén y Cabañas Luis.

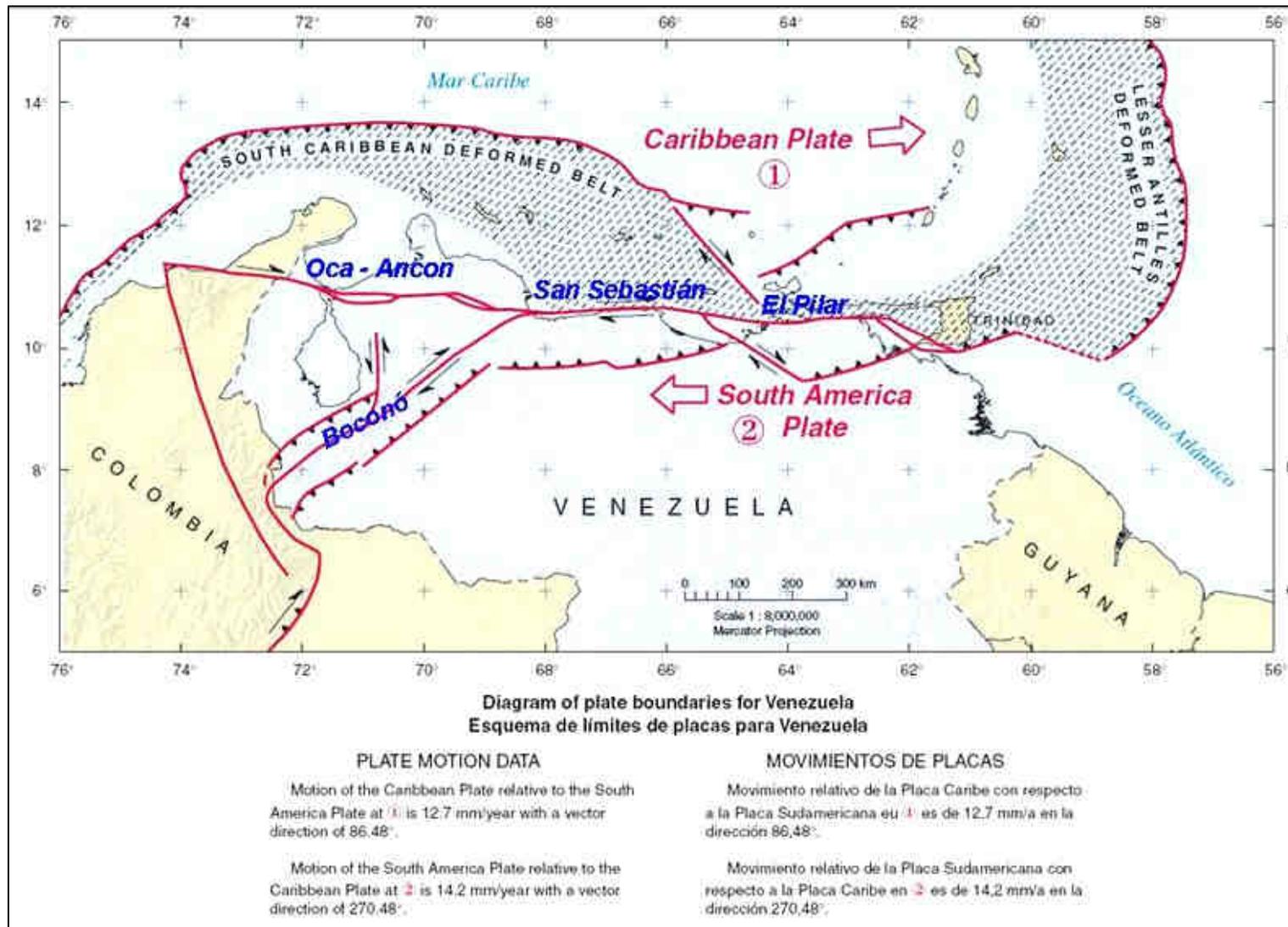


Figura 2 Esquema de placas en Venezuela. Mapas de fallas cuaternarias según Audemard *et al* (2000)

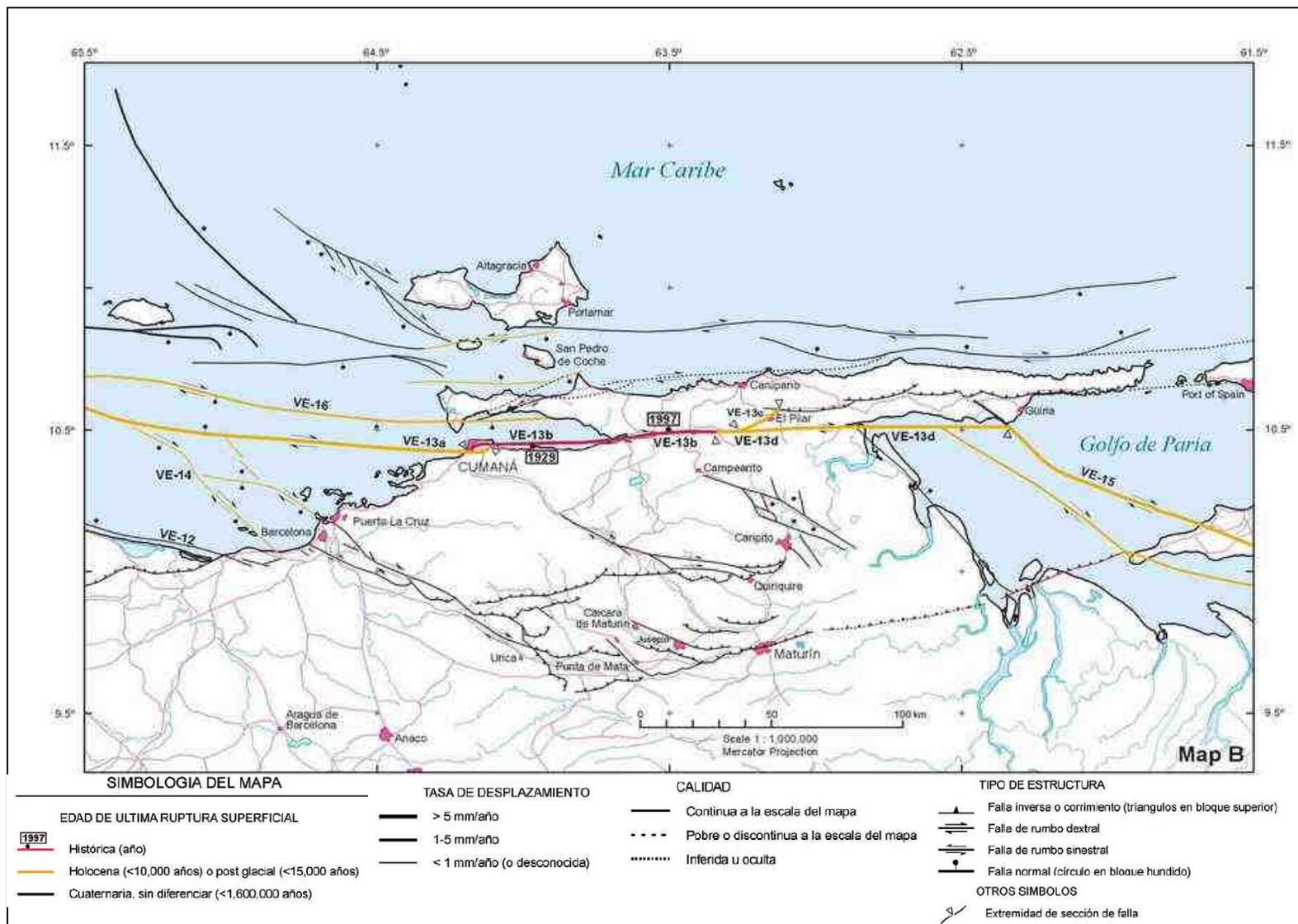


Figura 3 Esquema de secciones de la Falla El Pilar, estado Sucre

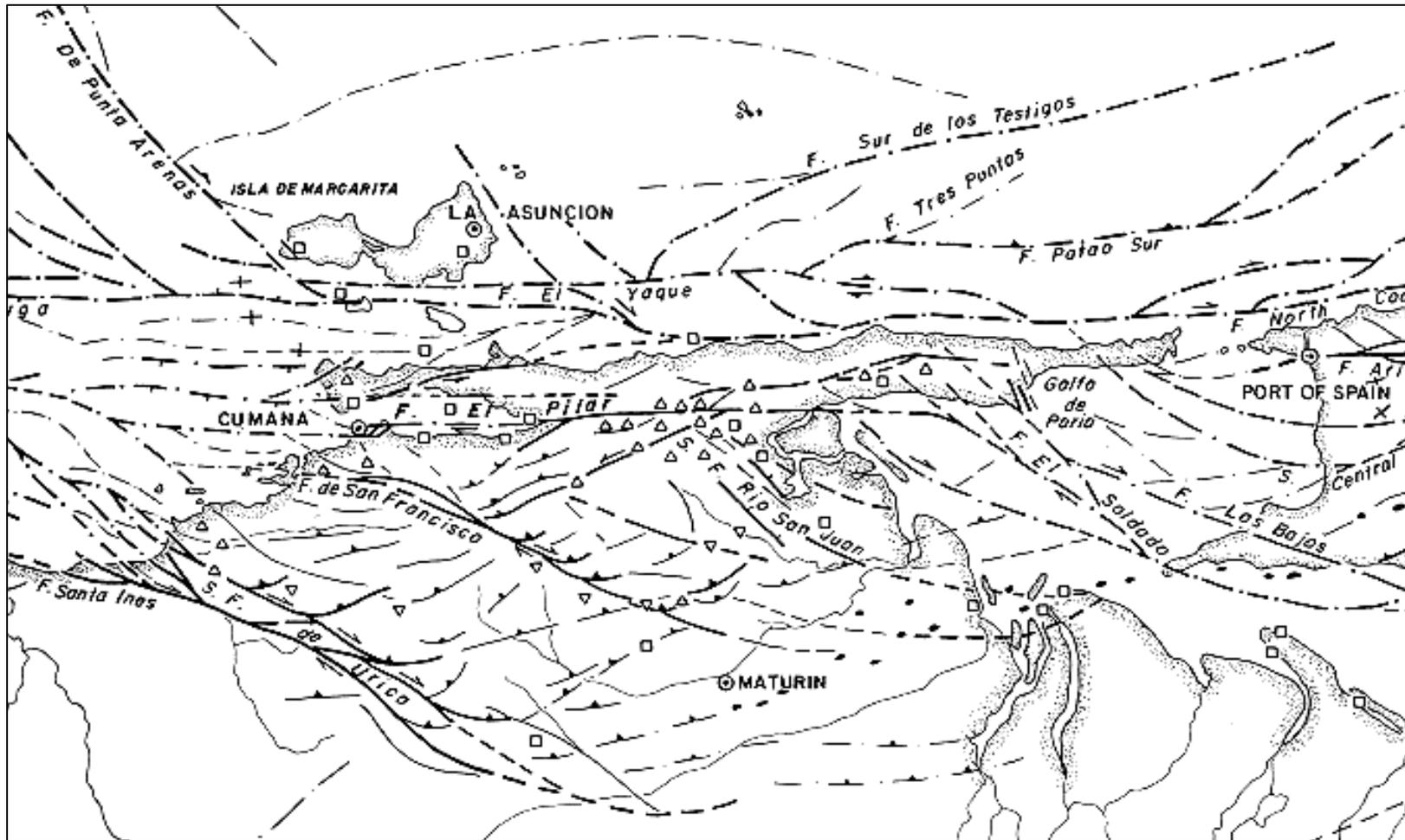


Figura 4 Sistemas y subsistemas de fallas en el oriente de Venezuela

Registros históricos

Dadas las características geoestructurales descritas anteriormente, en el área en estudio se han presentados diversos eventos sísmicos asociados a la actividad de las principales fallas determinadas en el estado.

Los eventos sísmicos registrados hasta los momentos han sido ubicados en las principales ciudades del estado, aunque la magnitud de la sismicidad de la región es baja (<3) han existidos eventos de mayores intensidades y con consecuencias desfavorables, entre estos se destacan el de Cumaná (1929) y Cariaco (1997), sin embargo registros históricos demuestran la intensa actividad sísmica de la región y el porque esta calificada como la de mayor amenaza sísmica según FUNVISIS.

Dentro de los eventos históricos registrados (tabla 1), se pueden apreciar la frecuencia de estos sucesos en un período comprendido entre 400 años así como sus localizaciones, lo que permite apreciar la intensidad sísmica de la región.

En la tabla se puede observar como los principales centros poblados del estados corresponde específicamente a aquellos que se han visto afectados por los eventos sísmicos, adicionalmente se puede apreciar que a pesar de estar caracterizado el país y el estado como microsísmico los eventos han sido de magnitudes mayores a 3, resaltándose de 5,9 y 6 Ms, lo que evidencia la amenaza sísmica presente en el área en estudio.

Tabla 1. Sismos que han afectado la costa oriental de Venezuela

1/3

FECHA EVENTO	HORA LOCAL	INTENSIDAD MM MÁXIMA	REPORTES SOBRE EFECTOS NATURALES ASOCIADOS	OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS	INTERPRETACIONES
1530-09-01	10:00	Nva. Toledo (hoy, Cumaná) X	<ul style="list-style-type: none"> - Ola que superó copa de árboles en la desembocadura del río Manzanares (antes al norte de la ciudad) y llegó hasta las serrezuelas (¿Cerro Cai-güire?). - Grietas en partes llanas y serrezuelas con emanación de agua tinta, salada y de olor azufrado, en Cumaná. - Sierra del golfo de Cariaco quedó abierta por el medio 	<ul style="list-style-type: none"> - Destrucción de un fortín de madera construido por Jácome Castellón en la desembocadura antigua del río Manzanares. - colapso de muchas casas indígenas - Muchos muertos, entre los cuales muchos ahogados. - Réplicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tsunami sobre la costa norte de Cumaná, con ola de 5 a 7 m de alto que penetró tierra adentro (media legua de distancia), responsable de muertes. - Manifestaciones claras de licuación de suelo asociadas a Lateral Spread. - Posibles deslizamientos en laderas
1684-05-04	20:00	Cumaná VIII Araya VIII	<ul style="list-style-type: none"> - Grietas en el terreno. - Eyección de agua y arena aplomada, con olor a azufre, en Cumaná y Araya 	<ul style="list-style-type: none"> - Ocurrencia simultánea de un huracán. - Daños severos en Cumaná en: castillos de San Antonio de la Eminencia y Santa María de la Cabeza, Convento Santo Domingo, los almacenes y numerosas casas. En Araya, en: Presidio, Fortín e Iglesia - Réplicas por más de 20 días. 	<ul style="list-style-type: none"> - Licuación de suelos.
1766-10-21	04:45	S.J. Oruña IX Guayria IX Monserrate IX Sbná Grande IX (todas en Trinidad)	<ul style="list-style-type: none"> - Observación de llamas en el área del Golfo de Cariaco. - Grietas en el terreno, cerca de Monte Parauri (no localizado), y márgenes del río Orinoco. - Levantamiento del lecho del río Guarapiche (desembocadura en el río San Juan). 	<ul style="list-style-type: none"> - Área sentida de más de 4 MM de km² (sismo más extensamente sentido en toda la historia de Venezuela). - Sin reporte de maremoto. - No se reportaron muertos. - Réplicas sísmicas por 14 meses. 	<ul style="list-style-type: none"> - Epicentro muy probablemente localizado en el Golfo de Paria, a prof. intermedia por dimensión del área sentida. - La ausencia de maremoto sugiere la falta de deformación del fondo marino (sismo de subducción cuya dislocación submarina estaría al SE de Trinidad con polaridad hacia mar abierto).
1797-12-14	18:30	Cumaná IX	<ul style="list-style-type: none"> - Olor a azufre en la colina del convento de San Francisco, una media hora antes del terremoto. - Se vieron llamas en las orillas del río Manzanares, cerca del Hospicio de Los Capuchinos, y cerca de Marigüitar. - Mov. ondulatorio el mismo día. - Movimiento vertical previo al horizontal reportado 	<ul style="list-style-type: none"> - Daños en Cumaná: Iglesia y convento de San Francisco, iglesias nuevas de la Pastora (8 muertos) y Sto. Domingo - Reporte de daños importantes en la Iglesia Santa Rosa de Carúpano. - Menos de 12 muertos en Cumaná. - Réplicas por varios días. 	<ul style="list-style-type: none"> - Licuación de suelos. - Ocurrencia de un sismo premonitor el mismo día. - El escuchar ruido antes del sismo proveniente del SE y sentir las ondas P (mov. vertical), aunado a licuación en el golfo de Cariaco, sugiere una fuente cercana y superficial al Este de Cumaná.

Fuente: Franck A. Audemard M. (¿?)

Continuación

2/3

FECHA EVENTO	HORA LOCAL	INTENSIDAD MM MÁXIMA	REPORTES SOBRE EFECTOS NATURALES ASOCIADOS	OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS	INTERPRETACIONES
1853-07-16	14:00	Cumaná IX	<ul style="list-style-type: none"> - Mar inundó las sabanas de El Salado y Caigüire en 200 varas (Tsunami de 4 a 6 m de altura). - Grietas en el terreno de dirección N-S. - Eyección de agua en las márgenes del Manzanares y a La orilla del mar. - Hundimiento de un cocotal, en el Dique (Cumaná). - Erupción de manantiales en Cariaco. 	<ul style="list-style-type: none"> - Graves daños en Cumaná: Castillo San Antonio de la Eminencia, templos de Santa Inés, del Carmen, de la Trinidad y de Altigracia, Casa Fuerte - Más de mil muertos; principalmente soldados acantonados en el cuartel. - Se dio la cifra de 113 civiles muertos. - Réplicas sísmicas por más de 15 días. - Tanque de 2¹/₂ varas de profundidad literalmente vaciado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerte maremoto y daños severos generalizados, con colapsos. Elevadas pérdidas humanas y materiales. - licuación de suelos - Lateral spread - Fuerte sismo y/o componente vertical importante
1874-08-17	10:30	El Pilar VIII ?		<ul style="list-style-type: none"> - Serios daños en la Iglesia y varias casas en El Pilar. - Sentido en Margarita, Trinidad. Fuertemente en Guaraúnos y Tunapuy. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sismo local (¿ Falla de El Pilar o Tunapuy?)
1929-01-17	07:30	Cumaná IX	<ul style="list-style-type: none"> - Grietas en el terreno en la sabana de Caigüire-El Peñón, de 4 km de longitud (ruptura de superficie). - Agrietamientos paralelo a las márgenes de los ríos en el golfo de Cariaco, sobre un tramo de 20 km. También, caída de bloques. - Brotes de agua negra con olor a gas sulfídrico en las orillas del río Manzanares y sabanas de El Salado y Caigüire. También en Tarabacoa y Pericantar (cerca de Manigüitar). - Caída de rocas y deslizamientos en el cerro San Antonio. - Tsunami en el sector de El Salado (oeste) de 3 m de alto y en las sabanas de Caigüire (norte). En Chiguana, al este del Golfo de Cariaco el mar se retiró por varios metros y regresó luego sin causar gran daño. 	<ul style="list-style-type: none"> - Daños en edificaciones en Cumaná: la Catedral (en construcción), la Hilandería, la Industrial Manzanares, la Cárcel, el Museo Sucre, el Teatro, el Palacio Legislativo y el castillo de San Antonio (guarnición). - Réplicas sísmicas por varios días. - Saldo superior a 200 víctimas. - Movimiento precursor unos meses antes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Primer reporte de ruptura cosísmica a nivel nacional. - Lateral spread e inestabilidad de laderas - Inequivocas evidencias de licuación de suelos

Fuente: Franck A. Audemard M. (¿?)

Continuación

3/3

FECHA EVENTO	HORA LOCAL	INTENSIDAD MM MÁXIMA	REPORTES SOBRE EFECTOS NATURALES ASOCIADOS	OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS	INTERPRETACIONES
1957-10-04	01:26	San Juan de las Galdonas IX (Ms 6,7)	- Deslizamientos de tierra y caída de rocas en las laderas del norte de la península de Paria, entre Río Caribe y San Juan de Unare.	- Varios heridos en diversas poblaciones del norte de la península de Paria. - Daños de consideración en poblaciones al Este de Carúpano, en la costa. - Iglesia Santa Rosa de Lima de Carúpano ameritó demolición	- Sismo ubicado al Norte de la costa norte de Paria.
1974-06-12	12:26	Casanay VIII (Ms 6, 1; mb 5,7)	- Agrietamiento del terreno en la zona comprendida entre los pueblos de Galerón y La Pica; y también en los alrededores del balneario Poza Azul, cerca de Pantoño. - Grietas al pie del cerro Guarapiche, en la propiedad del Sr. Abundio Martínez (com. per., 1998).	- Saldo de 2 muertos y 14 heridos (1 muerto y más de 10 heridos en Casanay). - Numerosas casas dañadas en Casanay (153, de las cuales 42 gravemente), Río Casanay y poblados aledaños; también en Cariaco. Edificaciones con daños estructurales leves en Carúpano: Hospital General, Iglesia Santa Catalina, Mercado Municipal, Cuartel de Bomberos, Cuartel de Infantería de Marina, Terminal de Aeropuerto y algunas edificaciones escolares.	- Localización epicentral (10, 563° N y 63,382° W) lo ubica en cercanía a Río Casanay, en asociación con la traza de la falla de El Pilar
1986-06-11	09:48	El Pilar VII Guaraúnos VII Las Palomas VII (mb 5,9)	- Grietas en el terreno y deslizamientos de tierra reportados.	- En El Pilar, unas 100 casas de bahareque dañadas; también daños estructurales en tanque de agua elevado, e Iglesia. Daños estructurales en tanque cilíndrico de Guaraúnos, así como algunas casas de adobe reforzado. - 3 muertos y 45 heridos. - Registro acelerográfico de 0,16 g en Casanay, con duración del movimiento fuerte de unos 10 seg.	- Localización epicentral (10, 55° N y 62,93° W) lo ubica entre El Pilar y Yaguaraparo, en posible asociación con la falla de El Pilar.

Fuente: Franck A. Audemard M. (¿?)

Uno de los eventos más resaltantes, dados sus secuelas, fueron los ocurridos en Cumaná en el año 1929 y el de Cariaco en el año 1997, aunque este último no aparece en la tabla anterior, ya data de 11 años, lo que se considera un dato importante en los registros históricos.

Tabla 2. Sismos que han ocasionado algún tipo de daño en las localidades del estado Sucre en la década de 1990

Fecha	Localidad mas afectada	Imm (1)	Ms (2)	Observaciones
1997-07-09	Cariaco	---	6,9	73 muertos

Fuente: Grases (1994); Román (2002)

- (1) Intensidad Modificada d Mercalli en el área más afectada
- (2) Magnitud Richter. Valores () han sido inferidos en base a información macrosísmica
- (3) Información dudosa se identifica con ¿?

Actualmente se llevan registros diarios de movimiento sísmico en todo el país, FUNVISIS presenta una red sismológica en varios estados, entre ellos está Sucre; estos registros permiten evaluar la intensidad de la actividad sísmica de la región, en la tabla 3 se presentan los sismos mayores a 2,5 ocurridos en el último trimestre del 2009, destacándose nuevamente las principales ciudades del estado como puntos de epicentros.

Todos estos registros corroboran la amenaza sísmica existente en el estado y permiten determinar, en cierta medida, las áreas que están más expuestas ante un evento, como son las principales ciudades del estado.

Tabla 3. Sismos ocurridos en el estado Sucre, en el último trimestre de 2009

Se han registrado 63 eventos en el mes de octubre						
Fecha (HLV)	Hora (HLV)	Latitud (Grados)	Longitud (Grados)	Profundidad (Kms)	Magnitud	Localización
28/10/2009	09:16	10.31	-62.30	12.4	2.5	39 Km al sur de Güiria
27/10/2009	18:02	10.79	-62.34	79.5	2.5	16 Km al noroeste de Güiria
27/10/2009	11:49	10.57	-62.38	58.5	3.5	14 Km al suroeste de Güiria
26/10/2009	16:11	10.60	-62.36	66.5	2.8	10 Km al suroeste de Güiria
25/10/2009	17:54	10.52	-62.47	79.1	2.5	25 km suroeste de Güiria
24/10/2009	01:25	10.44	-62.55	5.0	2.9	37 Km al suroeste de Güiria
21/10/2009	01:54	10.81	-61.76	33.6	3.2	61 Km al noreste de Güiria
20/10/2009	23:26	10.69	-62.33	84.0	3.2	7 Km al noroeste de Güiria
19/10/2009	23:57	10.46	-62.08	20.8	2.8	31 Km al sureste de Güiria
16/10/2009	13:12	10.78	-62.46	71.2	2.6	24 Km al noroeste de Güiria
11/10/2009	10:08	10.62	-62.45	93.2	3.5	18 Km al oeste de Güiria
08/10/2009	20:38	10.80	-62.33	80.5	2.6	16 Km al noroeste de Güiria
08/10/2009	16:57	10.44	-62.37	47.5	2.5	26 Km al suroeste de Güiria
08/10/2009	08:40	10.34	-63.00	1.9	2.6	45 Km al sureste de Carúpano
03/10/2009	01:25	10.85	-62.14	95.6	3.0	27 Km al noreste de Güiria
02/10/2009	15:39	10.30	-62.93	5.0	2.8	53 Km al sureste de Carúpano

Continuación tabla 3

Se han registrado 59 eventos en el mes noviembre						
Fecha (HLV)	Hora (HLV)	Latitud (Grados)	Longitud (Grados)	Profundidad (Kms)	Magnitud	Localización
30/11/2009	16:01	10.34	-61.89	24.2	3.3	56 Km al sureste de Güiria
30/11/2009	05:59	11.04	-62.24	124.8	3.2	43 Km al norte de Güiria
26/11/2009	03:30	10.91	-62.18	94.8	2.9	30 Km al noreste de Güiria
24/11/2009	21:20	10.52	-62.70	76.9	3.1	48 Km al suroeste de Güiria
21/11/2009	11:31	10.72	-62.38	59.8	4.5	13 Km al noroeste de Güiria
20/11/2009	04:41	10.77	-62.29	69.5	2.6	13 Km al norte de Güiria
14/11/2009	17:35	10.71	-62.39	70.0	3.2	13 Km al noroeste de Güiria
14/11/2009	08:26	10.70	-62.49	97.0	4.2	24 Km al oeste de Güiria
14/11/2009	03:27	10.60	-63.10	2.6	2.8	17 Km al sureste de Carúpano
12/11/2009	15:49	10.58	-62.49	70.6	3.5	24 Km al suroeste de Güiria
10/11/2009	17:29	10.68	-62.47	62.5	3.2	21 Km al oeste de Güiria
04/11/2009	10:54	10.82	-62.25	69.4	2.6	19 Km al norte de Güiria
04/11/2009	03:15	10.73	-62.31	78.6	2.8	9 Km al norte de Güiria

Continuación tabla 3

Se han registrado 67 eventos en el mes diciembre						
Fecha (HLV)	Hora (HLV)	Latitud (Grados)	Longitud (Grados)	Profundidad (Kms)	Magnitud	Localización
22/12/2009	00:19	10.86	-62.21	87.9	2.8	24 Km al noreste de Güiria
18/12/2009	01:08	10.27	-62.54	21.8	2.9	52 Km al suroeste de Güiria
16/12/2009	07:08	10.59	-62.16	5.0	3.2	16 Km al sureste de Güiria
09/12/2009	22:34	10.79	-62.17	87.6	2.8	20 Km al noreste de Güiria
09/12/2009	19:10	9.860	-62.70	17.8	2.8	54 Km al este de Maturín
07/12/2009	05:48	10.06	-62.74	5.1	2.9	60 Km al noreste de Maturín
07/12/2009	02:17	11.05	-62.30	93.6	3.8	44 Km al norte de Güiria
04/12/2009	06:02	9.502	-62.72	31.5	2.9	57 Km al sureste de Maturín

Fuente: FUNVISIS, 2010 (http://www.funvisis.gob.ve/sis_mes.php)

HLV = Hora Local De Venezuela

GMT = Hora De Referencia Mundial (Greenwich Meridian Time)

Condiciones socioeconómicas

Los aspectos socioeconómicos permiten establecer las diferentes vulnerabilidades a las que está expuesta una población, y por otra parte evaluar la capacidad de recuperación ante la ocurrencia de un evento sísmico, de esta manera lleva a diferenciar las debilidades existentes y establecer cuáles podrían ser atendidas prioritariamente, para ello se evalúan según los componentes de la vulnerabilidad establecidos Wilches-Chaus (1983), que son: 1) exposición, 2) físico, 3) socioeconómico y 4) institucional.

1) Factor de exposición

Este factor está relacionado con la ubicación de la población en zonas de riesgo; está presente cuando hay una población que puede verse afectada ante cualquier evento, por ello se plantea un análisis poblacional destacando las concentraciones y permitiendo así determinar las áreas con mayores posibilidades de pérdidas humanas.

Población

Según el INE (2001), el estado Sucre posee una población estimada para el 2009 de 945.608 hab, lo que representa un 3,33% con respecto al país, ubicándose hoy en 28.358.074 hab (INE, 2009). Adicionalmente, se puede apreciar el crecimiento poblacional que ha tenido el área en los últimos años en la tabla N° 4; por otra parte entre el 2001 y 2009 la diferencia fue de 12,72%, es comparable con el experimentado por país para el mismo periodo

(14,50%), lo que demuestra la dinámica poblacional del estado Sucre, y su tendencia en crecimiento.

Tabla 4. Incremento intercensal de la población del estado Sucre

Estado	Incremento 1990-2001			Incremento 2001-2009		
	1990	2001	%**	2001	2009*	%**
Venezuela	19.501.849	24.765.581	26,99	24.765.581	28.358.074	14,50
Sucre	738.082	838.840	13,65	838.840	945.608	12,72

Fuente: INE. 2001

*La población corresponde a la proyección del censo 2001.

**Porcentaje de diferencia entre 2001 y 2009

En la tabla 5, se puede apreciar con más detalle la dinámica poblacional del área en estudio, a través del incremento que han presentado sus municipios, su tendencia expansiva durante los últimos años ha sido positiva a excepción del municipio Libertador, que ha presentado una disminución en sus ocupantes del -3,64%, sin embargo, los incrementos más considerables están entre el 15,03 y 20,8%, corresponden a los municipios Arismendi y Bolívar respectivamente. Esta tendencia demuestra que el área en estudio posee una capacidad de expansión que debe ser considerada ante la posibilidad de ocurrencia de cualquier evento concentración poblacional.

Tabla 5. Incremento intercensal de la población por municipio, estado Sucre

Municipios	Incremento 1990-2001			Incremento 2001-2009		
	1990	2001	% *	2001	2009	% *
Andrés Eloy Blanco	22.908	24.032	4,91	24.032	26.986	12,29
Andrés Mata	18.780	20.929	11,44	20.929	24.043	14,88
Arismendi	42.868	46.892	9,39	46.892	53.938	15,03
Benítez	28.025	31.385	11,99	31.385	37.494	19,46

Continuación tabla 5

Municipios	Incremento 1990-2001			Incremento 2001-2009		
	1990	2001	% *	2001	2009	% *
Montes	50.662	51.491	1,64	51.491	57.289	11,26
Ribero	51.266	56.646	10,49	56.646	62.591	10,5
Sucre	267.479	323.766	21,04	323.766	356.405	10,08
Valdez	30.748	35.539	15,58	35.539	37.773	6,29
Bermúdez	109.791	130.981	19,3	130.981	157.883	20,54
Bolívar	16.310	19.476	19,41	19.476	23.527	20,8
Cajigal	19.600	20.159	2,85	20.159	22.633	12,27
Cruz Salmerón Acosta	27.027	32.258	19,35	32.258	39.247	21,67
Libertador	12.547	9.487	-24,39	9.487	9.142	-3,64
Mariño	24.046	23.237	-3,36	23.237	24.054	3,52
Mejía	16.025	12.562	-21,61	12.562	12.603	0,33

Fuente: INE, 2009; Basado en las proyecciones poblacionales.

* Porcentaje del incremento intercensal entre los años

En cuanto a la concentración poblacional, el estado Sucre posee una densidad de 80,14 hab/Km² para el año 2009, dada su superficie de 11.800 km² y una población estimada 945.608 hab (INE, 2009). La ocupación territorial por municipios demuestra las áreas donde la concentración poblacional podría ser amenazada ante la existencia de un evento sísmico; a partir de esta premisa se consideran así los municipios Bermúdez, Bolívar, Mariño, Valdez y Sucre dadas sus densidades que van desde 77,75 hab/Km² hasta los 595,99 hab/Km² respectivamente, como puede apreciarse en la tabla 6, adicionalmente cabe mencionar que en algunos de estos municipios se han presentados eventos importantes, como el ocurrido en el 1929 en Cumaná (M. Sucre) donde se registraron más de 200 víctimas, y eventualmente se registran movimientos sísmicos en Güiría (M. Valdez) y Carúpano (M. Bermúdez)

Tabla 6. Densidad de población por municipio, estado Sucre año 2009

Municipios	Habitantes (Hab)	Superficie (km²)	Densidad (Hab/km²)
Andrés Eloy Blanco	26.986	721	37,43
Andrés Mata	24.043	454	52,96
Arismendi	53.938	769	70,14
Benítez	37.494	2733	13,72
Bermúdez	157.883	203	77,75
Bolívar	23.527	211	111,50
Cajigal	22.633	365	62,01
Cruz Salmerón Acosta	39.247	612	64,1
Libertador	9.142	469	19,49
Mariño	24.054	298	80,72
Mejía	12.603	1080	11,67
Montes	57.289	1480	38,87
Ribero	62.591	1570	39,87
Sucre	356.405	598	595,99
Valdez	37.773	237	159,38

Fuente: INE, 2009; Basado en las proyecciones poblacionales.

Tal como se puede apreciar en las tablas anteriores, los municipios que poseen las mayores concentraciones poblacionales están relacionados directamente con la localización de la amenaza sísmica referida principalmente a la trayectoria de la falla de El Pilar; áreas en que se podrían presentar las mayores pérdidas humanas en caso de un evento sísmico.

En el mapa N° 3 se observa que los municipios con mayores densidades están ubicados al oeste y noreste del estado, donde principalmente son los costeros sede de las principales ciudades, lo que incrementaría su vulnerabilidad, fueron agrupados en un rangos para mayor apreciación.

Por otra parte, la composición por edades del estado es una variable a considerar, ya que este criterio permite caracterizar los grupos susceptibles ante la ocurrencia de un evento; es así que se tiene un aporte de 33,7% de la población comprendida entre los 0-14 años, sin embargo, un 45,6% esta representado por personas entre 15 y 44 años, lo que corresponde a su vez a la fuerza de trabajo. En cuanto a esta composición por municipios, se presenta la dinámica similar donde sus proporciones son parecidas, lo que indica de igual manera que en los municipios las porciones más representativas corresponden a la población en la fuerza de trabajo, con un 45% de habitantes entre los 15 y 44 años de edad.

Tabla 7. Población por rango de edades por municipios (%).
Estado Sucre año 2009

Entidad/Municipios	Total	% de población por rango de edades				
		0-14	15-24	25-44	45-60	>60
Estado Sucre	945608	33,7	19,1	26,4	12,1	8,5
Andrés Eloy Blanco	26986	33,7	19,1	26,4	12,1	8,5
Andrés Mata	24043	33,7	19,1	26,4	12,1	8,5
Arismendi	53938	33,7	19	26,4	12	8,5
Benítez	37494	33,7	19	26	12	9
Bermúdez	157883	33,6	19,1	26,4	12,1	8,6
Bolívar	23527	33,6	19,1	26,4	12,1	8,6
Cajigal	22633	33,7	19	26	12,1	8,5
Cruz Salmerón Acosta	39247	33,7	19,1	26,4	12,1	8,58
Libertador	9142	33,7	19,1	26,4	12,1	8,6
Mariño	24054	33,7	19,1	26,4	12,1	8,5
Mejía	12603	33,7	19,1	26,4	12,1	8,5
Montes	57289	33,7	19,1	26	12	8,5
Ribero	62591	33,7	19,1	26,4	12,1	8,5
Sucre	356405	33,6	19,1	26,4	12,1	8,6
Valdez	37773	33,7	19,1	26,4	12,1	8,5

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE, 2009; Basado en las proyecciones poblacionales.

El cuadro anterior señala que el estado Sucre posee una población joven y en capacidad productiva para la región, pudiéndose considerar que ante la presencia de un evento sísmico, capaz de generar pérdidas humanas, sería una parte de esta población la que se vería más afectada y ello supone una vulnerabilidad económica.

A manera de conclusión parcial, al tomar en cuenta las variables densidades poblacionales, incremento poblacional intercensal y la dinámica por edades, se puede considerar en una comparación entre municipios que podrían ser los más vulnerables Cruz Salmerón Acosta, Bolívar, Bermúdez y Valdez, entidades que representan alrededor de un 67% de la población total del estado.

Sin embargo, también hay que considerar el municipio Sucre, sede de la capital del estado y el municipio Ribero, donde se han producido eventos sísmicos dejando pérdidas humanas. Aunque el análisis de las variables antes mencionadas no demuestre que tan frágiles son estas áreas, desde el punto de vista de eventos ocurridos son potencialmente vulnerables, lo que lleva a indicar que el número de posibles pérdidas humanas sería mayor al 67%, cifra estimada al considerar la población total de los municipios y su relación con respecto a la del estado.

2) Factor físico

Este factor está relacionado con las infraestructuras que podrían sufrir daños ante la ocurrencia de un evento, considerando aquellas que cumplen una función importante en el estado, su evaluación permitirá determinar la capacidad de asistencia que posee el estado y las infraestructuras que podrían colapsar, obteniéndose como resultado de esa comparación la vulnerabilidad física.

Infraestructura educativa

El estado Sucre posee un sistema de infraestructuras educativas conformados por centros tanto públicos como privados. Su distribución y localización implica la consideración de las posibles afectaciones a tales infraestructuras; se debe recordar los sucesos de 1997 (terremoto de Cariaco), donde algunas escuelas presentaron agrietamientos, y en otros casos, resultaron colapsadas, lo que arrojó como resultado la pérdida de infraestructura y decenas de obras en ruinas, y con ello algunas muertes.

A partir de estos sucesos, y de las pérdidas descritas en años anteriores, es importante conocer cuáles son las estructuras más vulnerables ante un posible evento sísmico, para efecto de esta investigación, y dada la escala regional es importante identificar la distribución de los centros por municipios, que permitirá determinar, según su concentración los lugares más vulnerables según el emplazamiento de las zonas de mayor o menor amenaza sísmica.

En la tabla 8, se pueden apreciar los municipios con mayor presencia de centros educativos, y que ante la ocurrencia de un evento sísmico podrían resultar más susceptibles, entre ellos se encuentran Valdez, Sucre, Ribero y Mo

ntes; estos municipios son considerados susceptibles desde el punto de vista del número de infraestructura que se podrían afectar, lo que también puede estar relacionado con las posibles pérdidas que estarían representadas por el 33,14% aproximadamente, de estructuras educativas del estado Sucre, este valor surge al cotejar el porcentaje de centros educativos con los municipios que se han visto afectado por sismos históricamente, resaltando que en ellos la infraestructura educativa ha llegado en algunos casos a colapsar.

Tabla 8. Número de centros educativos por municipios en el estado Sucre

Municipios/Estado	Institución Educativa				
	Total	%	Preescolar	Básica	Media
Sucre	1020	100	300	555	165
Andrés Eloy Blanco	47	4,61	13	30	4
Andrés Mata	50	4,9	14	31	5
Arismendi	53	5,2	15	32	6
Benítez	56	5,49	16	33	7
Bermúdez	59	5,78	17	34	8
Bolívar	62	6,08	18	35	9
Cajigal	65	6,37	19	36	10
Cruz Salmerón Acosta	68	6,67	20	37	11
Libertador	71	6,96	21	38	12
Mariño	74	7,25	22	39	13
Mejía	77	7,55	23	40	14
Montes	80	7,84	24	41	15
Ribero	83	8,14	25	42	16
Sucre	86	8,43	26	43	17
Valdez	89	8,73	27	44	18

Fuente: INE, 2001

Como componente adicional, cabe mencionar que los municipios con mayores centros educativos corresponden a aquellos por donde la falla de El Pilar tiene su extensión, son lugares que se han visto afectados frecuentemente por sucesos sísmicos y donde han existido sucesos con consecuencias devastadoras; son en estos municipios donde se localizan las ciudades de Cumaná, Cariaco, Güiria y Cumanacoa y en algunas de ellas se han presentado eventos como el terremoto de Cumaná (1929), Cariaco (1997) y actualmente se registran movimientos sísmicos continuamente aunque de bajas magnitudes.

Infraestructura sanitaria (salud)

Conocer la ubicación de los centros asistenciales permite considerar las posibles infraestructuras a ser afectadas en el evento en cuestión; son estructuras que prestan un servicio de asistencia a la población, su colapso o afectación incrementaría la vulnerabilidad a la población que se emplaza en el estado.

La red sanitaria del estado Sucre está conformada principalmente por el sistema público, divididos en dos categorías hospitales y ambulatorios. A manera general se cuenta con hospitales tipo IV, III y I, ambulatorios urbanos tipo I y II, así como ambulatorios rurales tipo II y I.

La distribución de estos centros asistenciales está representada por, un hospital tipo IV en el Municipio Sucre (Cumaná) al oeste del estado, dos tipo III en Bermúdez y Sucre respectivamente, y siete tipo I ubicados en los

municipios Arismendi, Benítez, Cruz Salmerón Acosta, Mariño, Montes y Valdez.

Posee un total de veinte ambulatorios urbanos tipo I, distribuidos en casi todo el estado a excepción de los municipios Benítez, Mariño, Montes y Valdez; dos tipo II, ambos en el municipio Sucre, y cuatro tipo III entre los municipios Bermúdez y Sucre; y con mayor presencia de ambulatorios rurales, donde estos son cuarenta tipo II con presencia en todo el estado menos en los municipios Bolívar y Libertador, y ciento cincuenta y siete tipo I, distribuidos por todo el estado sucre.

La distribución se puede apreciar detalladamente en la tabla 9, donde los municipios con mayor número de centros corresponden a su vez con aquellos donde se ubican las principales ciudades del estado; en ocasiones anteriores se han visto afectadas por eventos sísmicos de grandes magnitudes, como son Cumaná (municipio Sucre) y Cariaco (municipio Ribero); adicionalmente si se considera una afectación de igual o mayor magnitud, a las antes ocurridas se podría señalar que desde el punto de vista asistencial existiría una vulnerabilidad, debido a que los centros con mayores capacidades de respuestas se encuentran distribuidas en esa zona, como se observa en el mapa N° 5.

Adicionalmente, si se comparan la capacidad teórica de cada centro y la demanda presentada por cada municipio se puede obtener las deficiencias y así estimar las posibles vulnerabilidades del área en estudio en cuanto a la cobertura de este servicio; con ello se identifican las poblaciones que estarían más vulnerables ante la presencia de un evento sísmico.

Tabla 9. Distribución de centros asistenciales por municipios, estado Sucre

Municipios/Estado	Hospitales				Ambulatorio Urbano			Ambulatorio Rural			Total
	I	II	III	IV	I	II	III	I	II	III	
Estado Sucre	7		2	1	20	2	4	157	40	-	233
Andrés Eloy Blanco	-	-	-	-	1	-	-	10	2	-	13
Andrés Mata	-	-	-	-	1	-	-	11	1	-	13
Arismendi	1	-	-	-	1	-	-	18	4	-	24
Benítez	1	-	-	-	-	-	-	14	3	-	18
Bermúdez	-	-	1	-	3	-	2	3	1	-	10
Bolívar	-	-	-	-	1	-	-	6	-	-	7
Cajigal	-	-	-	-	1	-	-	5	1	-	7
Cruz Salmerón Acosta	1	-	-	-	2	-	-	10	3	-	16
Libertador	-	-	-	-	1	-	-	4	-	-	5
Mariño	1	-	-	-	-	-	-	12	3	-	16
Mejía	-	-	-	-	1	-	-	5	1	-	7
Montes	1	-	-	-	-	-	-	15	4	-	20
Ribero	1	-	-	-	1	-	-	17	9	-	28
Sucre	-	-	1	1	7	2	2	17	5	-	35
Valdez	1	-	-	-	-	-	-	10	3	-	14

Fuente: Fundasalud Sucre, 2009

En la Gaceta Oficial N° 32650 (1983), se establecen las características de los centros asistenciales, para el cual los Hospitales tipo I tienen entre 20 y 60 camas y atienden de 20 mil a 60 mil habitantes; los Hospitales tipo II tienen una capacidad de 60 y 150 camas y atiende de 20 mil a 100 mil habitantes; los Hospitales tipo III su capacidad oscilará entre 150 y 300 camas, atendiendo de 60 mil a 400 mil habitantes; los hospitales tipo IV tienen mas de 300 camas y atienden entre 100 mil y 1 millón de habitantes.

A partir del número de camas y su relación con la población se puede realizar dicha comparación; para ello se presenta la tabla 10, que describe el número de camas disponibles por hospitales por municipios, hay que acotar que los

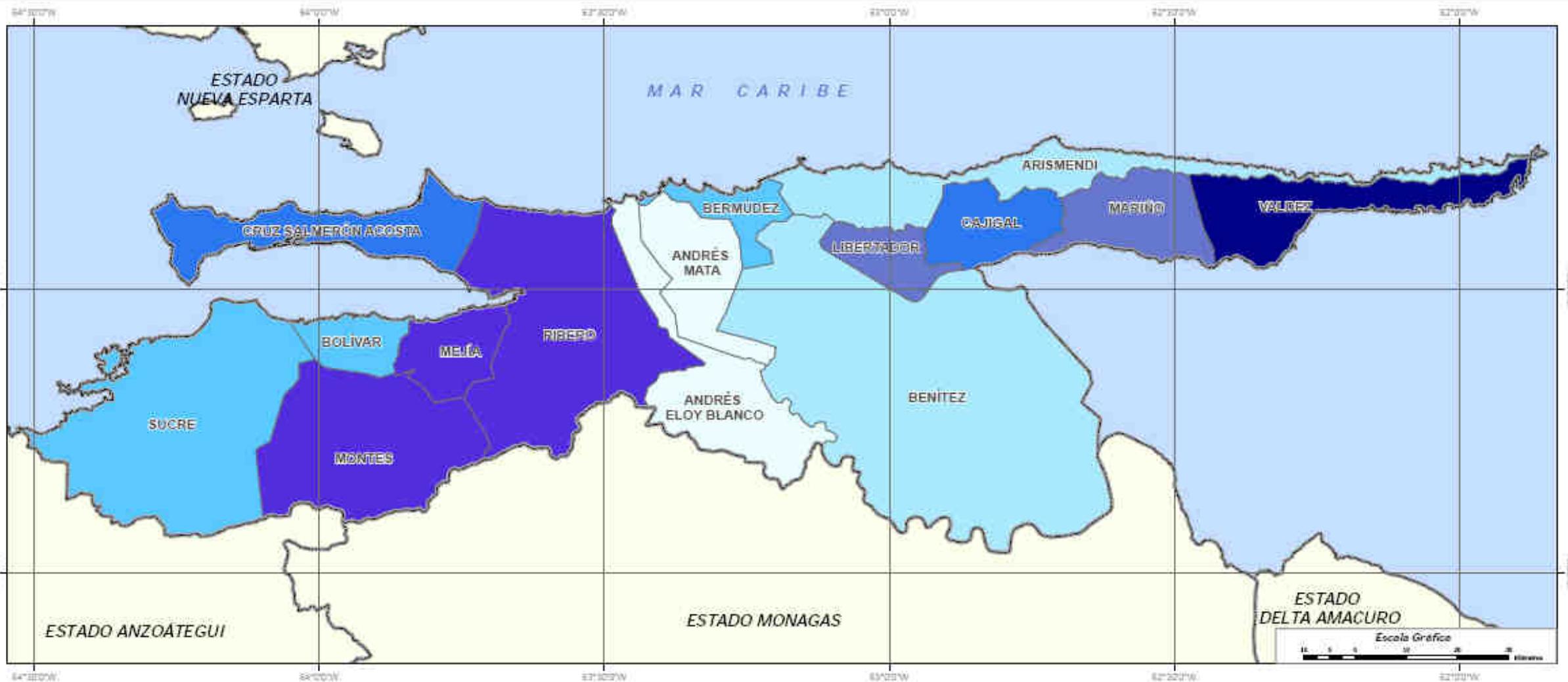
hospitales no están presente en todos los municipios lo que incrementa la vulnerabilidad.

Tabla 10. Distribución de camas por hospitales en el estado Sucre

Municipios	Hospitales	Ubicación	Camas		
			#	Funcionales	Presupuestadas
Arismendi	I	Río Caribe	50	50	50
Benítez	I	El Pilar	30	30	30
Bermúdez	III	Carúpano	210	200	200
Cruz Salmerón Acosta	I	Araya	30	30	30
Mariño	I	Irapa	30	30	30
Montes	I	Cumanacoa	50	50	50
Ribero	I	Cariaco	30	30	30
Sucre	IV	Cumaná	415	400	400
	III	Cumaná	250	125	125
Valdez	I	Güiria	50	50	50

Fuente: Ministerio Popular para la Salud (MPS). 2001. (www.mpps.gob.ve)

Al comparar la capacidad teórica con la actual de los hospitales existentes, se aprecia que la mayoría poseen el número de camas entre los rangos establecidos, sin embargo, en algunos casos se encuentran en el límite, como el hospital tipo III (Sucre), que está por debajo del límite al contar con 125 camas funcionales, esto representaría un déficit y una vulnerabilidad si ocurriera un evento con magnitud mayor a los que han afectado el área en estudio, recordando que de ser necesario se trasladarían víctimas de otros municipios a este por poseer los mayores centros asistenciales y los más capacitados.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
 COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADOS
 TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO SÍSMICO,
 ESTADO SUCRE, VENEZUELA.**

Base cartográfica: Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB)
 Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE, 2001.

Elaborado por:
 Lic. Dayana Montezuma

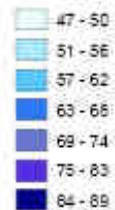
Caracas, Junio de 2010

Tutor:
 Dr. Vidal Sáez Sáez

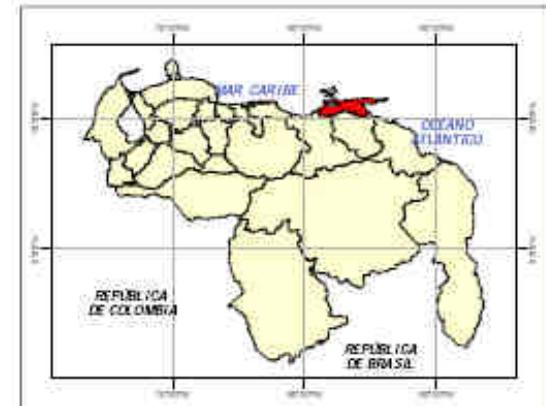
MAPA Nº 4

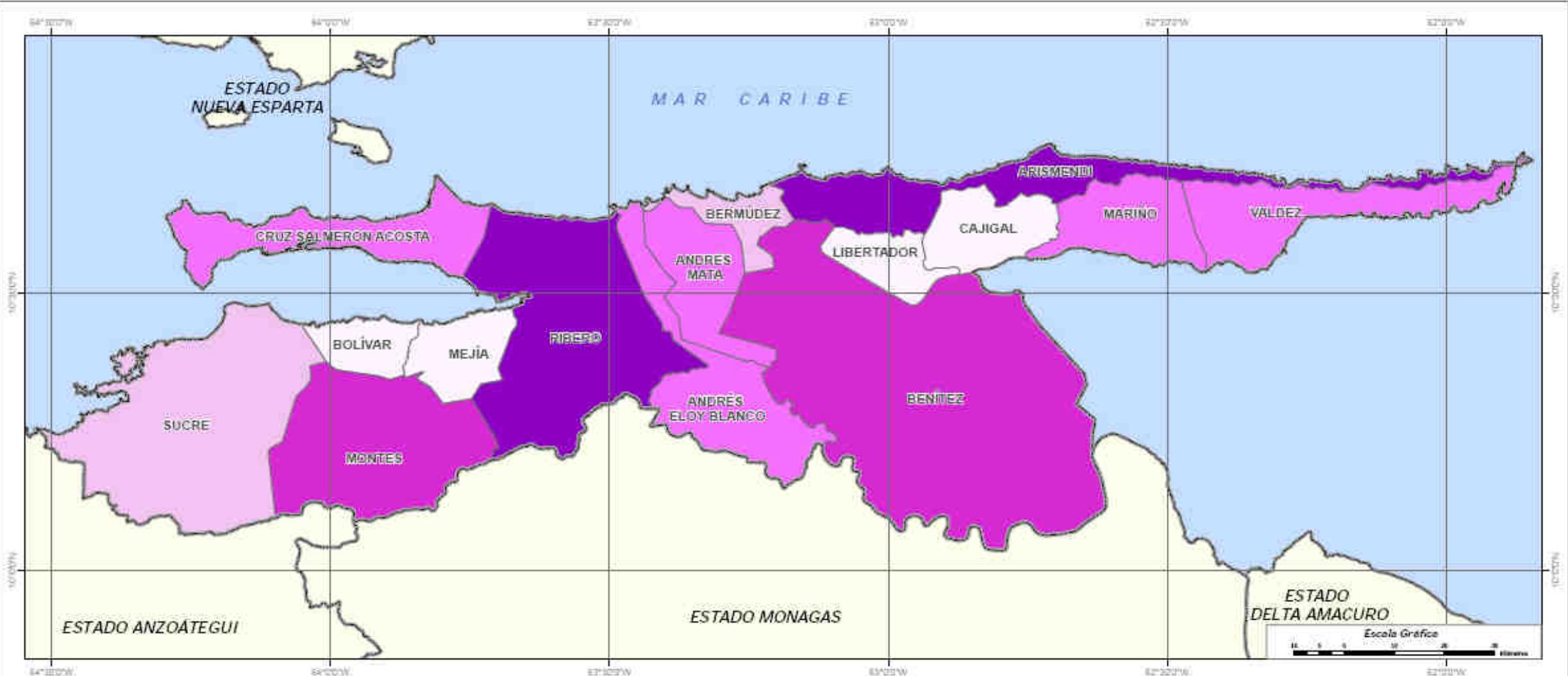
NÚMERO DE CENTROS EDUCATIVOS DEL ESTADO SUCRE

LEYENDA:



SIGNOS CONVENCIONALES:





UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
 COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADOS
 TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO SÍSMICO,
 ESTADO SUCRE, VENEZUELA.**

Base cartográfica: Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB)
 Fuente: Elaboración propia en base a datos de Fundasud Sucre, 2009.

Elaborado por:
 Lic. Dayana Montezuma
 Caracas, Junio de 2010

Tutor:
 Dr. Vidal Sáez Sáez

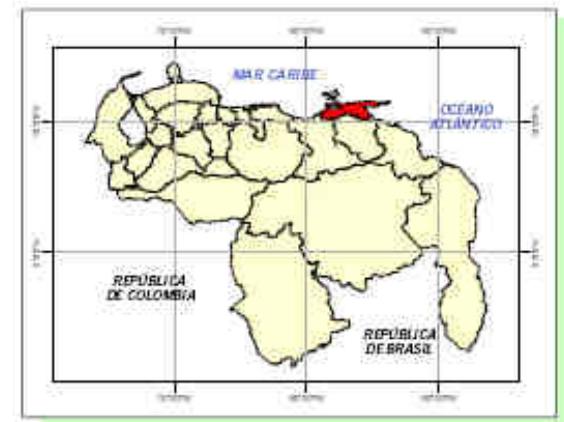
MAPA Nº 5
 NÚMERO DE CENTROS ASISTENCIALES DEL ESTADO SUCRE

LEYENDA:

- 5 - 7
- 8 - 10
- 11 - 18
- 17 - 20
- 21 - 28

SIGNOS CONVENCIONALES:

- Límite Estatal
- Límite Municipal



Infraestructura de líneas vitales (sistema vial)

Las líneas vitales están representadas principalmente por las vías de acceso en todo el estado Sucre; para ello, se procedió a realizar un análisis según el tipo de vía y la importancia en la conectividad que poseen en el área en estudio. El estado Sucre posee una red vial que permite su conexión tanto en sentido este-oeste como norte-sur, comunicando así a sus principales ciudades.

Entre sus principales vías están las troncales 9 y 10 y se emplazan en una topografía irregular. La troncal 9 conecta a Cumaná, Carúpano, Cariaco y Güiria, en sentido oeste-este, corresponde a unos 364 km de extensión con 7,30 mts de ancho; la troncal 10 conecta a Carúpano-Casanay y el límite con Monagas por Caripito en sentido norte-sur, corresponde a 103,9 km, como se aprecia en el mapa N° 6.

Adicionalmente el estado Sucre está conformado por 5 locales, donde la local 1 comprende la línea Cumaná-Cumanacoa y límite con Monagas de 84 km de longitud, entre los centros importantes que se conectan están Maturín y San Antonio, ubicada al oeste del estado y en sentido norte-sur. La local 2 parte de Muelle Cariaco hasta límite con Monagas por Caripe, en sentido norte-sur al oeste del estado. Local 3 Carúpano-Río Caribe-Santa Isabel de 55 km, al norte del estado en sentido norte-sureste; la local 4 corresponde a Sabana de Pio Soro-Las Piedras de 16 Km en sentido norte-sur al este del estado; y la local 5 que va desde Cariaco-Casanay de 16,9 km en sentido oeste-este.

Existe una autopista en construcción, que conectará a Cumaná-Chorrerón y Puerto La Cruz, constará de 2 pista, 2 canales de 7,30 mts de ancho y 3 mts de hombrillo, una isla central de 1 mts y otra de 3 mts en la parte urbana, actualmente faltan 30 km de construcción.

De acuerdo al Ing. Guerra (2009), las principales vías que se han visto afectadas durante los eventos sísmicos anteriores han sido la troncal 9, específicamente en el tramo Cumaná-Carúpano, y parte de la Local 1 y 2; esto debido a su ubicación adosada a la costa en la fosa de Cariaco, recordando su composición geológica (sedimentos blandos), ello ha propiciado que la estructura se deforme fácilmente ante la ocurrencia de los eventos, caracterizándose por agrietamientos en algunos tramos, así como obstrucción de las vías por deslizamientos de sedimentos; también hacia Araya se han afectado algunos tramos pero poco.

En cuanto a las conexiones internas del estado, posee 27 ramales y 139 subramales completando la conexión del área en estudio, se encuentran espacialmente concentradas al noreste del estado en su mayoría, y permiten la conexión entre las ciudades como Carúpano, Casanay, El Pilar y Güiría con poblaciones cercanas.

Adicionalmente Sucre cuenta con tres aeropuertos ubicados en las principales ciudades Cumaná al sureste, Carúpano al noroeste y en Güiría al oeste, actualmente en el aeropuerto de Cumaná se plantea un proyecto de ampliación y en el de Carúpano un proyecto de reubicación. (Gobernación, 2009)

Posee también importantes muelles para el transporte marítimo y que designan importancia en la actividad económica del estado Sucre, ubicados en sus principales ciudades Cumaná, Carúpano y en Güiria. Igualmente se encuentran en estas ciudades los tres principales puertos del estado Sucre, Carúpano con 9 mts de muelle y destinado a cabotaje y embarcaciones pesqueras, en Güiria un puerto internacional con superficie de 60 has y en Cumaná el puerto pesquero de 4 has de superficie.

Parte de la infraestructura vial que posee el estado está emplazada en la trayectoria del sistema de fallas El Pilar, adicionalmente las características geológicas resaltantes del área de estudio (fosa de Cariaco-suelos blandos) crea una vulnerabilidad en algunos trazos de estas vías, donde las principales arterias viales que comunican al estado en sentido este-oeste se han visto afectadas por la ocurrencia eventos sísmicos anteriores.

Al comparar la distribución de las vías de acceso y aeropuertos del estado en combinación con las características geoestructurales del área, se puede definir una vulnerabilidad importante al momento de determinar los posibles puntos de evacuación o de penetración a las zonas más afectadas ante la presencia de eventos sísmicos. En el mapa N° 6 se aprecia la distribución de las principales vías, y si se toma en cuenta la trayectoria de la principal falla del estado, se puede decir que aproximadamente el 90% de la infraestructura vial esta emplazada sobre la trayectoria de la falla El Pilar; adicionalmente hay que indicar que las vías también están localizadas en suelos blandos en algunos casos, todas estas características le brindan un alto grado de vulnerabilidad a la infraestructura vial del estado Sucre.

Es importante mencionar que las vías han sido afectadas con la ocurrencia de los sismos, evidenciado con los registros históricos de más de 30 años, agrietamientos en el terreno en las principales ciudades (Cumaná), afirmando la fragilidad de la infraestructura vial dadas por las condiciones litológicas de la zona.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
 COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADOS
 TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO SÍSMICO,
 ESTADO SUCRE, VENEZUELA.**

Base cartográfica: Ministerio del Poder Popular para las Obras Públicas y Vivienda. (MOPVI)
 Fuente: Elaboración propia en base al Nomenclador y Características de la Red de Carreteras de Venezuela. Dirección General de Vialidad. Oficina de Planificación y Programación. 3ra edición aumentada y corregida. 1970.

Elaborado por:
 Lic. Dayana Montezuma Caracas, Junio de 2010 Tutor:
 Dr. Vidal Sáez Sáez

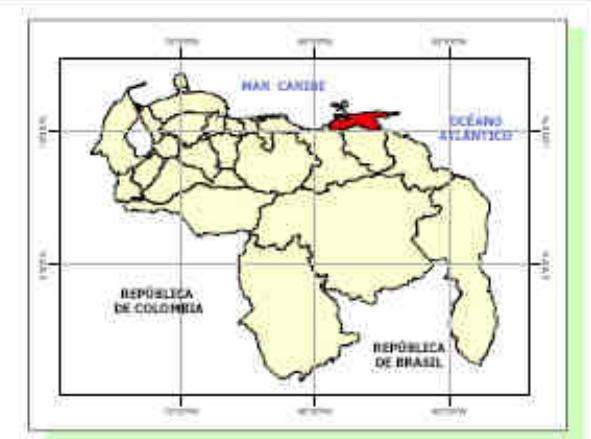
MAPA Nº 6
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL ESTADO SUCRE (2009)

LEYENDA:

- Autopista
- Troncal
- Local
- Ramal
- Aeropuertos
- Puertos

SIGNOS CONVENCIONALES:

- Límite Estatal
- Límite Municipal
- Capital
- Centros Urbanos
- Centros poblados



Actividades económicas

El estado Sucre presenta un panorama amplio de actividades que se dan para su desarrollo económico, igualmente presentan una importancia tanto para la entidad como para la región oriental del país. Considerar su distribución permite estimar cuáles son las ramas de la economía más vulnerables y cuáles podría afectar más allá de los límites del área en estudio, para ello se procedió a describir las actividades, relacionadas a la variable socioeconómica su espacialización y evaluar sus posibles afecciones en la economía del estado y de la región.

Pesquera

Representa la mayor actividad de importancia para el estado y la región, su principal producto es la sardina, aporta el 58% en especie capturada convirtiéndose, en el primer productor a nivel nacional. La flota pesquera total del estado aporta anualmente un volumen de 200000 toneladas métricas de pescado (Oficina de Relaciones Exteriores y Comercio Gobernación del Estado Sucre ORECSucre; 2008). Adicionalmente es productor nacional de mejillones y pepitonas, aporta el 93% y 77% respectivamente, es considerado como el número uno en la pesca de atún en aguas del Caribe y exportador para países del pacífico, como Chile. También se le asigna como el mayor productor en materia de productos procesados del mar, aporta el 83% del nacional, y en la región están las principales enlatadoras del país; así como el principal productor de harina de pescado con un 82% (700000 toneladas) con respecto a la producción a nivel nacional (tabla 11 y gráfico 1).

Los municipios productores son Arismendi, Bermúdez, Bolívar, Sucre y Valdez, ubicándose en ellos ciudades importantes como Cumaná, Carúpano y Güiria, allí en esos espacios también se emplazan los muelles y las principales industrias procesadoras y exportadoras de la región. Adicionalmente, hay que considerar que estas localidades están vinculadas con las poblaciones económicamente activas así como las principales vías del estado, sin embargo, también hay que resaltar la presencia de la falla de El Pilar y su zona de afectación como los movimientos sísmicos diarios que se registran en los municipios antes señalados, estas características propician una vulnerabilidad económica para la región ante la presencia de eventos sísmicos con magnitudes iguales o superiores a las que se han registrados, ya que se verían afectadas actividades con incidencia regional, nacional e incluso internacional.

Agricultura

Las características físico-naturales le denotan al estado Sucre ciertas potencialidades para el desarrollo de diversos productos; los principales rubros importantes para la región son: el cacao que aporta un 40% de la producción nacional considerándose el principal productor en el país, los municipios cacaoteros son Arismendi, Cajigal, Benítez, Mariño y Andrés Eloy Blanco; el café aporta aproximadamente el 27% de la producción del país, uno de los principales municipios productores de este rubro es Montes donde actualmente ha sido instalada una planta torrefactora incrementando así la producción y también se debe mencionar que los municipios Andrés Mata, Ribero y Sucre tienen cultivos de café (tabla 11 y gráfico 1).

El estado Sucre también es uno de los más importantes proveedores de tubérculos y raíces a nivel nacional; según el ORECSucre (2008) es el principal productor de casabe, desarrollado en los municipios Montes y Ribero. Adicionalmente el estado es el principal productor de coco a nivel nacional con 7000 TM; actualmente se instaló en el municipio Mariño una planta procesadora de copra para la fabricación de aceite de coco. Existen siembras intensivas de hortalizas para exportación con plantaciones ubicadas en los municipios Ribero, Montes y Cruz Salmerón Acosta.

Es importante mencionar que esta actividad está presente en varios municipios que podrían ser afectados por eventos sísmicos dada su ubicación, como es el caso de Sucre y Ribero (Cumaná y Cariaco), la afectación de esta actividad podría significar pérdidas significativas a la economía de la región, ya que es importante para el estado y a nivel nacional en algunos rubros. Según el censo 2001, la actividad agrícola es la que representa la mayor actividad del estado, al tomar como indicador la población ocupada por rama de la actividad, solamente en ella se encuentra entre el 8% y 65% de la población por municipio.

Minería

El estado Sucre posee recursos no metálicos como la sal, caliza, yeso, arena, arcilla y aguas termo-minerales. Las reservas de calizas están en los municipios Sucre, Montes, Bermúdez, Mariño y Ribero, donde esta última tiene mayores reservas de éste mineral estimándose en 800.000.000 TM. En cuanto al yeso, sus reservas se localizan en el municipio Valdez y Andrés

Mata, la mayor explotación es realizada en el municipio Valdez, con reservas que varían entre 100.000.000 y 200.000.000 TM (ORECSucre, 2008).

Las salinas más importantes del país están en el municipio Cruz Salmerón Acosta, en la Península de Araya, dadas sus condiciones climáticas permite la concentración de sales y convierte al poblado en uno de los posibles proveedores internacionales de sales de origen marino, su capacidad productiva es de hasta 1.100.000 TM/año. Aunque esta actividad solo emplea el 0,15% de la población, representa un aporte importante en la economía regional y nacional, dado que las principales reservas de sales se ubican en el estado además de considerarse como un proveedor internacional (tabla 11 y gráfico 1).

Adicionalmente, hay que considerar que estas áreas podrían verse afectadas ante los posibles eventos sísmicos, dado que algunas están localizadas en lugares donde se han registrado eventos anteriores y continuamente son vinculadas a sismos de bajas magnitudes.

Industrial

La actividad industrial del estado está representada principalmente por la mediana y pequeña industria, destacándose las procesadoras de productos del mar, entre las principales empresas se tiene que procesan 63 millones de Kls de especies marinas, tanto para mercado nacional como internacional (ORECSucre, 2008). Así mismo, existen procesadoras de alimentos como maíz, cacao, trigo, sal marina y fabricas de tabaco. También, hay representación de la industria automotriz, metalúrgica, productores de

estructuras metálicas pesadas. Otra industria con representación en la región es la naval, ésta ha venido incrementando su importancia, constituida principalmente por cinco astilleros, ofrecen servicios diversos desde construcción hasta servicios eléctricos, actualmente hay 300 puestos de veleros entre agua y tierra (tabla 11 y gráfico 1).

Turística

Las características físicas-naturales del estado Sucre, le confieren un potencial para el desarrollo de la actividad turística, sus 720 km aproximadamente de costas con playas, además de ambientes que permiten el desarrollo del ecoturismo y turismo de aventura. Por otra parte, las características geológicas del área han permitido la presencia de aguas termales, dan así las más importantes del país para el desarrollo del turismo de salud (Gobernación del Estado Sucre, 2008).

Al este del estado, en el municipio Sucre está el Parque Nacional Mochima, ocupa 57.803 Ha, proporcionándole un atractivo importante para el desarrollo turístico de la región, se dan las condiciones para la práctica del submarinismo tanto en Mochima, como en la costa de Paria y en Los Testigos, también existen otros parques nacionales que incrementan la importancia turística del estado como son, parte del Parque Nacional El Guácharo ubicado en el municipio Ribero, con una superficie de 46.506 Ha; el Parque Nacional Turuépato que comprende los municipios Benítez, Libertador, Cajigal y Mariño con una superficie de 70.000 Ha, y el Parque Nacional Península de Paria que abarca los municipios Arismendi, Cajigal, Mariño y Valdez con una superficie de 37.500 Ha (INPARQUES, 2009);

adicionalmente se cuentan con atractivos históricos como castillos, fortines, cascos coloniales en las principales ciudades en zonas estratégicas para la época colonial, como son en Cumaná, Carúpano y Araya, que aumentan el interés turístico de la zona (tabla 1 y gráfico 1).

La actividad turística representa un foco importante para la economía del estado Sucre, aunque la población que se ocupa en esta rama es aproximadamente el 20% según el INE (2008); los principales atractivos se localizan en zonas cercanas a la falla de El Pilar, y en algunos casos se han visto vinculadas con las áreas donde eventualmente ocurren sismos de magnitudes menores. Estas características colocan a los atractivos turísticos ante una vulnerabilidad física y la vinculación con la actividad podría influir en una fragilidad económica para el estado ante la ocurrencia de eventos con magnitudes mayores.

Artesanía

Otra actividad importante para el estado es la producción artesanal, ya que refleja las costumbres de los pobladores de la región, aunque no ocupa un porcentaje importante de la población, se destacan entre estas la cestería de Cerezal, cerámicas de Manicuare, la elaboración de muñecas de Plan de Mesa y las muñecas de fachadas de San Fernando. Las cerámicas de Manicuare se desarrolla en la población del mismo nombre del municipio Cruz Salmerón Acosta, la cestería de Cerezal en el municipio Ribero, las muñecas de Plan de Mesa, en el municipio Sucre; y las muñecas y fachadas de San Fernando en el municipio Montes.

Tabla 11. Porcentaje de Población ocupada por rama de actividad económica por municipio del estado Sucre

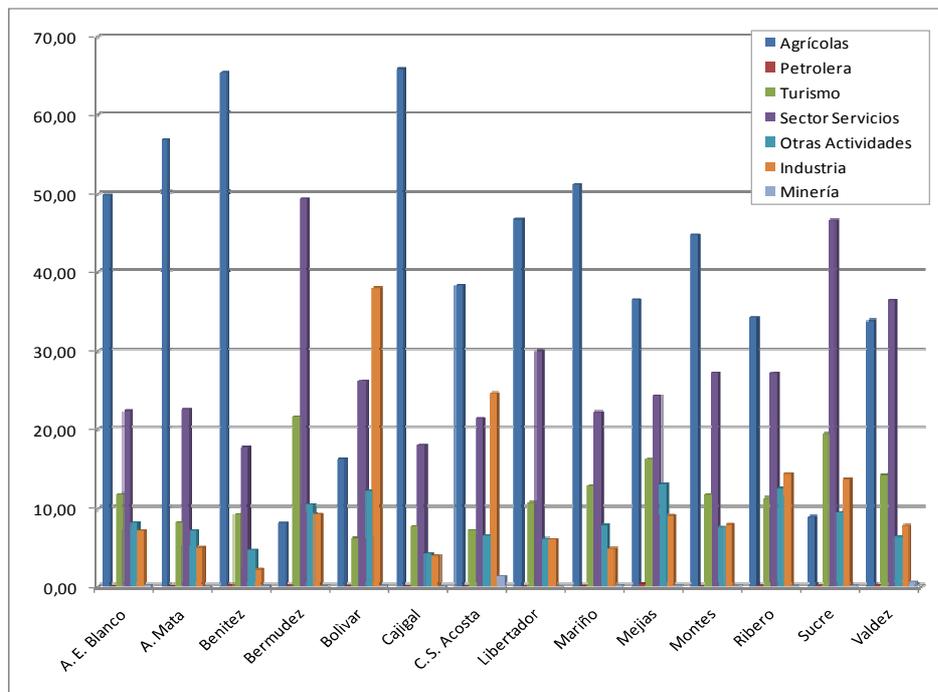
Municipios	Agrícola	Petrolera	Turismo	Servicio	Industria	Minería	Otras
A. E. Blanco	49,8	0	11,6	22	7,2	0,2	8,2
A. Mata	56,8	0	8,2	23	5	0	7,2
Arismendi	52,9	0,1	25,4	25	6,5	0,01	5,2
Benítez	65,4	0,2	9,2	18	2,2	0,08	4,6
Bermúdez	8,2	0,1	21,6	49	9,2	0,05	10,5
Bolívar	16,2	0,1	6,2	26	37,9	0,1	12,1
Cajigal	65,8	0	7,7	18	3,9	0	4,2
C.S. Acosta	38,3	0	7,2	21	24,6	1,4	6,5
Libertador	46,7	0	10,7	30,0	6,1	0,03	6,1
Mariño	51,2	0,1	12,7	22	4,8	0,1	7,8
Mejía	36,4	0,4	16,1	24	9,1	0,1	12,9
Montes	44,7	0,01	11,6	27	7,9	0,1	7,6
Ribero	34,2	0,1	11,2	27	14,2	0,1	12,4
Sucre	8,9	0,1	19,4	46,6	13,6	0,1	9,5
Valdez	33,8	0,2	14,1	36,3	7,8	0,5	6,3

Fuente: Atlas del Desarrollo Humano, INE (2001) * Datos aproximados

En el gráfico 1, se aprecia la población ocupada por rama de la actividad económica, en este se demuestra que la principal actividad del estado es la agrícola, abarca el mayor porcentaje de población en cada municipio, donde en Cajigal el 65,85 % de sus habitantes se dedican a esta rama; la actividad que posee menos ocupados es la minería, sin embargo, como se acotó anteriormente, esta es de importancia para el estado y la región ya que se encuentran las principales reservas de sales y yeso.

Adicionalmente, se puede decir que la otra actividad que posee una población considerada es el turismo; en esta rama se abarca aproximadamente entre el 25%, 21% y 19% de la población en los municipios Arismendi, Bermúdez y Sucre, dadas las estructuras coloniales y las bellezas paisajísticas que posee el estado.

Gráfico 1. % de Población ocupada por rama de actividad económica por municipio del estado Sucre.



Fuente: Elaboración propia en base a cálculos datos del Atlas de Desarrollo Humano. INE, 2001

3) Factor socio-económico

Las características socioeconómicas de la población permiten conocer cuáles áreas son más vulnerables desde el punto de vista económico, y también determinar su capacidad de recuperación ante un evento sísmico, factor que es considerado importante por varios autores para determinar la vulnerabilidad de un área (Cardona, 2001).

Para ello se procedió a evaluar a la población según sus estratos económicos, ingresos mensuales, índice de desarrollo humano y municipios pobres.

Pobreza

El INE (2001) clasifica la pobreza en dos estratos, pobres extremos y pobres no extremos; la distribución de estas poblaciones en el área en estudio permite definir las aéreas, que desde este punto de vista, pueden considerarse más deprimidas y con menos capacidades de resiliencia² ante un evento sísmico. Para esta investigación se consideraron los hogares con pobreza extrema como indicador.

El estado Sucre es una de las entidades en Venezuela que posee mayores hogares con pobreza extrema, ubicándose en el cuarto lugar a nivel nacional con el 33,28% (INE, 2001), a partir de esta afirmación se presenta el comportamiento interno de la pobreza extrema por municipios para el área en estudio. De acuerdo a la tabla 12, los municipios que presentan una mayor pobreza son Benítez, Ribero, Montes, Andrés Mata y Cajigal,

² La resiliencia es el proceso de adaptarse bien ante situaciones adversas o aun ante fuentes significativas como el estrés (Domínguez, 2005). Capacidad de resistencia (Cilento Alfred, 2005)

localizándose en su mayoría al centro del estado, dado que sus valores están entre el 16% y 12%, del total de la población que cada municipio registraba para el año 2001, como se puede apreciar en el mapa N° 7.

Tabla 12. Hogares pobres y no pobres, por municipio, estado Sucre. Censo 2001

Municipio	Pobres No Extremos	(%)	Pobres Extremos	(%)	Total Pobres	(%)
Total	43.173	26,06	16.257	9,81	59.430	35,88
Andrés Eloy Blanco	1.314	26,82	536	10,94	1.850	37,76
Andrés Mata	1.227	29,69	510	12,34	1.737	42,03
Arismendi	2.807	29,09	1.098	11,38	3.905	40,47
Benítez	1.965	31,47	1.002	16,04	2.967	47,51
Bermúdez	6.300	23,22	2.069	7,63	8.369	30,85
Bolívar	1.095	31,05	277	7,85	1.372	38,90
Cajigal	1.269	31,33	486	12,00	1.755	43,32
Cruz Salmerón Acosta	1.744	32,01	379	6,96	2.123	38,96
Libertador	569	27,28	146	7,00	715	34,28
Mariño	1.416	29,00	458	9,38	1.874	38,39
Mejía	785	31,91	292	11,87	1.077	43,78
Montes	2.687	27,74	1.307	13,49	3.994	41,23
Ribero	3.410	31,42	1.507	13,89	4.917	45,31
Sucre	14.584	22,91	5.363	8,43	19.947	31,34
Valdez	2.001	28,79	827	11,90	2.828	40,68

Fuente: INE (2001)

Índice de Desarrollo Humano (IDH)

Para el último censo realizado en el año 2001, el INE calculó el IDH para todas las entidades así como para los municipios del país; esta información permite evaluar las condiciones de desarrollo que presenta un área para un período de tiempo, según un cierto número de indicadores; la evaluación toma en cuenta la satisfacción de las necesidades básicas de la población.

El estado Sucre está catalogado con un desarrollo medio, ya que el IDH se ubica en 0,6758, en el rango mediano medio según el INE, ubicándose así en el puesto 18 a nivel nacional, dado que los valores altos van de 0.800 a 1 y los bajos de 0 a 0,499. De acuerdo a estas condiciones se caracteriza a los municipios por este índice, con lo que se busca determinar los municipios más deprimidos (tabla 13).

Tabla 13. Índice de Desarrollo Humano por municipio, estado Sucre.
Censo 2001

Municipio	IDH	IDH Municipal
Andrés Eloy Blanco	Bajo	0,4985
Andrés Mata	Mediano Bajo	0,5229
Arismendi	Bajo	0,4813
Benítez	Bajo	0,4721
Bermúdez	Mediano Medio	0,6181
Bolívar	Mediano Bajo	0,5024
Cajigal	Mediano Bajo	0,5023
Cruz Salmerón Acosta	Bajo	0,4600
Libertador	Bajo	0,4891
Mariño	Bajo	0,4992
Mejía	Bajo	0,4541
Montes	Mediano Bajo	0,5055
Ribero	Bajo	0,4774

Continuación tabla 13

Municipio	IDH	IDH Municipal
Sucre	Mediano Bajo	0,6364
Valdez	Mediano Bajo	0,5685

Fuente: Atlas del Desarrollo Humano, INE (2001). Encuesta de Hogares por Muestreo (EHM)/ - Cuentas Nacionales. Banco Central de Venezuela (BCV)/- Ministerio de Educación (ME)

En la tabla anterior, se puede apreciar que en poco menos de la mitad de los municipios están categorizados con un IDH de mediano a bajo; los municipios menos desarrollados según el IDH corresponden a los clasificados como bajos, y son: Andrés Eloy Blanco, Arismendi, Benítez, Cruz Salmerón Acosta, Libertador, Mariño, Mejías y Ribero y representa un poco más de la mitad de entidades políticamente administrativas; sin embargo, entre ellos los de menor IDH son Mejía con 0,4541 y Cruz Salmerón Acosta con 0,4600.

Los municipios antes señalados en su mayoría se encuentran al este y norte del estado, y a su vez corresponden con los más costeros, destacando que los menos desarrollados se localizan ambos al este; adicionalmente esta caracterización define una posible vulnerabilidad al determinar que desde el punto de vista del IDH los municipios Cruz Salmerón Acosta y Mejía son los que tienen la menor capacidad de recuperación, al considerar la ocurrencias de eventos con características similares o mayores a los acontecidos en momentos anteriores, serían justos estos los más perjudicados al tener poca capacidad para afrontar los cambios que lleva un desastre sísmico.

Desempleo (Población desocupada)

Para diversos autores, considerar el desempleo en la evaluación de la vulnerabilidad permite determinar la fragilidad económica que puede tener un área o en este caso un estado, para afrontar un evento o desastre sísmico; este aspecto es considerado como parte de la deterioro social, por lo que si un área presenta mayor deterioro social es mas vulnerable y por ende esta expuesta a mayor riesgo. Esta característica contribuye también a definir si un área esta en capacidad de recuperarse ante la ocurrencia de un evento o desastre sísmico, considerando que un espacio con mayor población desempleada incrementa su vulnerabilidad económica y disminuye su capacidad de resiliencia.

El estado Sucre se ubica en el puesto número seis a nivel nacional en cuanto al porcentaje de población desempleada (INE, 2001), correspondiendo al 9,43% de la población económicamente activa desocupada del país; para conocer el comportamiento de esta población en el estado se presenta la distribución por municipios en la tabla 14.

En la tabla 14, se aprecia que los municipios con mayores desempleos corresponden a Bolívar (19,54%), Valdez, Cruz Salmerón Acosta y Ribero, entre ellos se concentra el 48,42% del estado, lo que podría asociarse a que serían los más afectados ante la ocurrencia de un evento o desastre sísmico.

Tabla 14. Población económicamente activa desocupada (15 años y más), estado Sucre. Censo 2001

Municipios	Población Desocupada	% Pob. Descp.
Andrés Eloy Blanco	453	6,83
Andrés Mata	189	3,02
Arismendi	869	7,21
Benítez	388	5,02
Bermúdez	3276	8,25
Bolívar	994	19,54
Cajigal	314	5,96
Cruz Salmerón Acosta	1121	13,05
Libertador	99	3,69
Mariño	432	7,53
Mejía	313	10,10
Montes	1322	9,24
Ribero	1432	11,08
Sucre	10338	9,91
Valdez	1379	14,75

Fuente: Atlas del Desarrollo Humano, INE (2001). Censos de Población y Vivienda (1981, 1990, 2001). Nota: Las cifras correspondientes al año 2001 son preliminares

Adicionalmente, algunos de estos municipios también corresponden con los de menores IDH, al compararlos se puede asumir que serían los más vulnerables y con menos capacidad de recuperarse, así mismo su vulnerabilidad incrementa por estar cerca del área de afectación de la falla que en algunos de ellos se ubican actividades económicas importantes para el estado y la región.

Índice de dependencia

Este índice mide la dependencia de la población desocupada con respecto a la población ocupada, su análisis se considera para determinar un aspecto de fragilidad y vulnerabilidad en cuanto al ámbito económico. Permite conocer

cuántas personas hay menores de 15 años y mayores de 64 años de edad, por cada persona con edad comprendida entre los 15 a 64 años, permitiendo apreciar la dependencia económica, relacionando población en edades dependientes con la población en edades económicamente activa (INE, 2001); es decir, que por cada persona que trabaja hay un número determinado dependiente de ella.

A nivel nacional el estado Sucre posee un índice de 70,89; lo que indica que hay en promedio 70 personas dependiendo por cada una en edad laborar, lo que refleja una alta dependencia, ubicándose entre los más altos del país. Por otra parte, la distribución por municipio contribuye a definir cuáles áreas son más vulnerables en este sentido, como se aprecia en la tabla 15.

En la tabla se muestran los municipios con mayor dependencia económica hacia un grupo de la población, y que pueden ser considerados más frágiles económicamente. Se tiene entonces que estos son: Benítez, Cajigal, Mariño y Ribero, ubicados al centro y este del estado; en estos municipios se desarrollan actividades importantes para el estado como la agricultura y minería, señalando que una de las principales reservas de caliza de la región se localiza en el municipio Ribero.

Es importante mencionar que el municipio Ribero ha sido afectado por sismos que han dejado pérdidas humanas, y en particular se debe recordar el ocurrido en Cariaco en 1997, por otra parte se incrementa así la vulnerabilidad a la que esta expuesta esta área.

Tabla 15. Distribución del Índice de dependencia por municipios, estado sucre. Censo 2001

Municipios	Índice de Dependencia
Andrés Eloy Blanco	86,30
Andrés Mata	81,35
Arismendi	80,42
Benítez	92,00
Bermúdez	65,72
Bolívar	73,52
Cajigal	96,01
Cruz Salmerón Acosta	67,98
Libertador	89,04
Mariño	94,96
Mejía	76,15
Montes	76,43
Ribero	87,42
Sucre	60,63
Valdez	84,67

Fuente: Atlas del Desarrollo Humano, INE (2001). Censos de Población y Vivienda (1981, 1990, 2001). Nota: Las cifras correspondientes al año 2001 son preliminares

Índice GINI

El índice permite apreciar las desigualdades en las poblaciones con respecto a los ingresos, adicionalmente su análisis permite considerar cuáles municipios podrían verse más afectados ante la ocurrencia de un evento sísmico; este indicador es considerado por algunos autores como una variable que capta una predisposición adversa e intrínseca de la sociedad ante un evento natural (Lavell, 2003b; Wisner, 2003 citado por Cardona, 2008); para esto se contempló su distribución municipal.

La apreciación de sus valores permitió establecer cuales son los municipios con mayores desigualdades, los valores cercanos a 0 indican una menor

desigualdad, en cambio los valores cercanos a 1 indican mayor desigualdad. Venezuela posee un índice de 0,415 lo que señala una desigualdad media, por otra parte se tiene al estado Sucre con 0,373 ubicándose en el puesto 11 a nivel nacional caracterizándolo entre los menos desiguales.

En la tabla 16, se aprecia que los municipios con mayores desigualdades son Valdez, Sucre, Andrés Eloy Blanco y Ribero, considerándose que serían los municipios con más fragilidades ante la ocurrencia de un sismo.

Tabla 16. Distribución del Índice GINI por municipios, estado Sucre. Censo 2001

Municipios	Índice GINI
Andrés Eloy Blanco	0,367
Andrés Mata	0,290
Arismendi	0,346
Benítez	0,346
Bermúdez	0,362
Bolívar	0,291
Cajigal	0,284
Cruz Salmerón Acosta	0,267
Libertador	0,293
Mariño	0,327
Mejía	0,305
Montes	0,311
Ribero	0,359
Sucre	0,373
Valdez	0,400

Fuente: Atlas del Desarrollo Humano, INE (2001). Censos de Población y Vivienda (1981, 1990, 2001). Nota: Las cifras correspondientes al año 2001 son preliminares

También, hay que mencionar que uno de los municipios que resultó con mayor desigualdad y predisposición adversa ante la ocurrencia de un evento o desastre natural es Valdez, el cual posee uno de los muelles más

importantes para el estado, y al ser de carácter internacional y permitir el desarrollo de la actividad pesquera, se convierte en una de las más importantes de la entidad y de la región.

Del conjunto de variables socioeconómicas presentadas anteriormente, se puede señalar que los municipios que poseen menos capacidad de resiliencia son Ribero, Cruz Salmerón Acosta y Benítez, dado a que corresponden a los más pobres, con índice de desarrollo humano (IDH) bajo y más población económicamente activa desocupada. Esta comparación lleva a configurar los espacios de vulnerabilidad de la población en el estado Sucre.

4) Factor institucional

La capacidad de prevención, mitigación y de respuesta ante un evento sísmico considera la preparación que posee un área con respecto a su actuación antes, durante y después de un evento; para esto es importante conocer cuáles y cuántos organismos de preparación y atención existen en el estado, así como los planes y/o proyectos de trabajo y de emergencias que existan o estén en proceso.

Instituciones preventivas y de atención

El estado Sucre cuenta con diferentes organismos que prestan su apoyo ante la ocurrencia de eventos naturales, así como la preparación de la población para tales contingencias. Por ello, se considera necesario saber cuáles y donde están localizados, así como la capacidad que posee para dar respuesta en todo el estado.

Cuerpo de Bomberos

Esta institución está representada por diversos cuerpos, entre ellos están el cuerpo de bomberos estatal, bomberos aeronáuticos y los bomberos universitarios, además de actuar como organismo de rescate también tiene una participación en la Red de Atención Inmediata al Ciudadano (RAIC).

La sede principal de este organismo está localizada en la ciudad de Cumaná en el municipio Sucre; cuenta con subestaciones en otras ciudades como Carúpano, Güiria, Cariaco, El Pilar y Cumanacoa. Adicional están representaciones de los bomberos aeronáuticos, tanto en Cumaná como en Carúpano y Güiria. Se cuenta con los bomberos universitarios pertenecientes a la Universidad de Oriente (UDO) ubicado en Cumaná.

Según estándares internacionales, se debería contar con un bombero por cada mil habitantes, este parámetro permite determinar si el estado Sucre cuenta con un déficit en cuanto al personal de rescate; para ello, en la tabla 17 se presenta el número de funcionarios por cada municipio.

Tabla 17. Número de efectivos por municipios del estado Sucre

Municipio	Localidad	Población	# Efectivos	Bomberos/Habitantes	Déficit
Andrés Eloy 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

El estado Sucre presenta un déficit en cuanto al personal de rescate, al tomar como punto de comparación el indicador antes señalado, estos cálculos demuestran una incapacidad de respuesta ante eventos sísmicos, y cualquier otro. El municipio con mayor carencia es Sucre con una diferencia de 240 efectivos, y el de menor es Andrés Eloy Blanco al poseer el mínimo requerido de efectivos.

Protección Civil

Este organismo no tiene representación en todo el estado Sucre, su sede principal está en la ciudad de Cumaná; cuenta con comandos en otras ciudades como Güiría, Irapa, Río Caribe y Cariaco.

Entre las funciones que debe cumplir en materia del riesgo es, mantener un registro histórico de los desastres o emergencia y de las amenazas existentes y debidamente detectadas, lo que le permitirá organizar los recursos humanos y materiales disponibles ante la ocurrencia de eventos de grandes magnitudes, mediante los planes de respuesta y rehabilitación.

Entre los planes que manejan para actuar ante los riesgos, están los talleres educativos y el "Programa de Educación Sísmica" que se lleva en conjunto con otros organismos e instituciones del estado.

Principalmente los talleres educativos van orientados a todos los centros educativos del estado, tratando de llevar desde muy temprana edad la concientización de la población en cuanto a que hacer antes, durante y después de un evento natural, mediante charlas y pequeños simulacros. Así

mismo, como ocurre en otras partes del país, los cursos también son dictados a cualquier institución u organismo que lo requiera, buscando que la mayor cantidad de población sea conocedora de los riesgos a los que está expuesta, y conozca como actuar ante cualquier situación.

Seguridad Ciudadana (Comando Policiales)

Los cuerpos de seguridad o comandos policiales, están representados por el Instituto Autónomo Policial del Estado Sucre (IAPES), quien tiene como objetivo fundamental la seguridad ciudadana, para esto está dividido en dos grandes grupos de respuesta que son El Comando de Operaciones Especiales (COE) y la Brigada Motorizada Andrés Eloy Blanco (BRIMAEB), cuenta también con una participación conjunta con la comunidad a través de la Organización Comunitaria de Seguridad Pública (OCSP). Esta institución posee cuatro regiones principales, la primera ubicada en Cumaná, la segunda en Casanay, la tercera en Carúpano y la última Güiría.

Sus funciones ante eventos sísmicos, consisten principalmente en apoyo a las acciones de respuestas, trabajando conjuntamente con otras instituciones de rescate de la región.

Red de Atención Inmediata al Ciudadano (RAIC)

A partir de 1993, en el estado Sucre se creó la Red de Atención Inmediata al Ciudadano (RAIC), el cual es un programa del gobierno nacional que funciona conjuntamente con la dirección de Defensa Civil, surge como una iniciativa del Gobernador ante la necesidad de desarrollar un sistema de "seguridad

integral al ciudadano", un mecanismo para que toda la población pueda tener acceso directo a distintos tipos de servicios las 24 horas del día, en casos de emergencias y a través de una llamada telefónica totalmente gratis.

Esta red funciona en todo el estado Sucre, sus centros principales están ubicados en Cumaná y en Carúpano, el programa es coordinado por el director de Defensa Civil; al prestar servicio de atención a la población trabaja en conjunto con organismos de seguridad, las alcaldías, con las instituciones de asistencia y con los grupos de rescate.

Como acciones ante la existencia del riesgo en la entidad, en conjunto con Protección Civil realizan cursos y talleres de prevención y capacitación, preparación para la inmovilización y transporte de lesionados y técnicas de autoprotección ciudadana ante eventos adversos mediante simulacros. Estos cursos van dirigidos al personal de las distintas instituciones, así como a las comunidades.

Componente riesgo en los planes de desarrollo

Un elemento que permite determinar la preparación que tiene la población en cuanto a la prevención y mitigación de las consecuencias de eventos naturales, específicamente el riesgo sísmico, es la inclusión en los planes de desarrollo acciones en las que se considere el componente riesgo, así como la existencia de planes de emergencia dentro de las políticas del Estado. Para ello, dentro de la investigación se propuso revisar la existencia de planes de desarrollo en el estado y si en ellos esta inmersa la variable riesgo.

Actualmente, se lleva un plan de concientización sobre los diferentes riesgos a los que está expuesta la población del estado Sucre, mediante el apoyo de Protección Civil e instituciones como ministerios, bomberos, centros educativos, y entre los riesgos se señala el sísmico dado la actividad que presenta el área en estudio. En entrevista a la Prof. Jackelín Rodríguez de Protección Civil del estado Sucre, se constató cuales son los programas que se llevan a cabo, así como el alcance que han tenido y lo que se espera con los mismos en el futuro.

Entre los programas más importantes que se están ejecutando actualmente, esta el "Programa de Educación Sísmica", llevado a cabo a partir del decreto de 2007 para incrementar las medidas de prevención y mitigación de los riesgos ante cualquier evento, este programa considera todos los riesgos naturales a los que está expuesta la población del estado Sucre, así como también las amenazas aumentadas por la actividad petrolera; contemplándose así la evaluación de todo tipo de amenazas y logrando la diferenciación de amenaza y vulnerabilidad.

El programa cubre una red educativa que está presente en todos los municipios, con representaciones de las zonas educativas, ARAY, Bomberos, personal de las alcaldías y personal de educación. El programa cubre tres ámbitos, el escolar, institucional y vecinal.

Presenta una fase de autoprotección a los ciudadanos, planteadas mediante simulacros, y así llevar a la preparación de planes de ubicación familiar, planes de contingencia macro lo que a su vez involucra los planes de contingencia para las instituciones (escuelas, vecinos), la creación de sub-

brigadas de emergencias; adicionalmente se maneja la atención psicosocial a los ciudadanos.

De la entrevista realizada a la Prof. Rodríguez, se considera que el progreso obtenido de este programa desde 1997, corresponde al 40%, y se ha apoyado más el ámbito educacional del municipio Montes. Adicionalmente Rodríguez considera que existe una vulnerabilidad política, y que el asentamiento desordenado de las comunidades en lugares pocos aptos contribuyen a la existencia de las vulnerabilidades físicas existentes en el estado Sucre.

Como parte de los planes de emergencia y apoyo ante eventos y en la seguridad a la ciudadanía del estado Sucre, se menciona a la Red de Atención Inmediata al Ciudadano (RAIC), creada en 1993 y detallada anteriormente; dado que esta red está en la capacidad de estimar los riesgos a lo que está expuesta la población del estado Sucre, a partir de la evaluación de las amenazas y el análisis de las vulnerabilidades, también desarrolla un sistema de información y comunicación de vigilancia permanente para eventos esporádicos, así como la creación de programas educativos y campañas de divulgación a través de los medios de comunicación para la población; todos estos aspectos de la red se encuentran actualmente operativos y en proceso de ejecución.

Los programas que se han planteado para la mitigación y reducción del riesgo en el estado Sucre, son parte de un programa a nivel nacional, donde en la mayoría de las instituciones se están siguiendo directrices similares. Se busca caracterizar la región según sus riesgos a manera de dar a conocer a

su población, cuáles son y cómo actuar durante ellos. Sin embargo, al ser el estado Sucre uno de los que posee mayor amenaza sísmica, es importante que los planes tengan igual relevancia en todos los municipios, así como también mantenerse la continuidad de los proyectos a lo largo del tiempo.

CAPITULO IV. DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE RIESGO ANTE UN EVENTO SÍSMICO, EN EL ESTADO SUCRE

La determinación del riesgo implica la evaluación de las amenazas y de las vulnerabilidades presentes, para tal fin se presenta cada análisis por separado y su caracterización por municipios en el área en estudio.

Para determinar los niveles de amenaza y de vulnerabilidad se consideró el método propuesto por Cardona (2001), donde se establecen índices relativos que a su vez para el caso de la vulnerabilidad requieren de subíndices por cada factor, adicionalmente la aplicación de esta metodología se basó en el aspecto de integridad ya que ofrece la alternativa de realizar un análisis integral del riesgo al considerar variables tanto físicas como sociales "...para estimar el riesgo de acuerdo con su definición es necesario tener en cuenta, desde un punto de vista multidisciplinario, no solamente el daño físico esperado, las víctimas o pérdidas económicas equivalentes, sino también factores sociales, organizacionales e institucionales, relacionados con el desarrollo de las comunidades..." (Cardona, 2008).

La metodología plantea la asignación de pesos o ponderaciones para cada variable estudiada anteriormente, esta ponderación va referida al grado de importancia que tienen dentro del proceso en el que están involucradas, en este caso el riesgo sísmico; para la ponderación se tomó el método del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), el cual permite cuantificar juicios sobre la importancia relativa de cada uno de los criterios o variables (Hurtado, S.f) (ver anexo para cálculos).

Adicionalmente, los datos fueron sometidos a escalamiento con respecto a su media y desviación típica, dado que algunas se encuentran en unidades de medidas distintas, se busca entonces llevarlos a una misma unidad que permita una mejor comparación, y con ello, establecer los índices en unidades de fácil manejo y permitir crear niveles e índices relativos.

Evaluación de la amenaza

Para el análisis de la amenaza se consideraron las características físicas que contribuyen y confieren el aspecto sísmico en el área; para ello se evaluaron las condiciones geológicas (% suelos blandos) asociadas también con las áreas de licuación (número de eventos de licuación), eventos sísmicos (número de eventos, según catálogo sísmico conformado por datos de FUNVISIS) y la aceleración sísmica, la cual fue considerada como constante, ya que se tomó la establecida por los expertos y es usada para la zonificación sísmica del país.

Según Cardona (2001), el índice de amenaza esta compuesto de la siguiente manera: $Ha_s = \sum_i X_{H_i} * \delta_{H_i}$; donde Ha_s es el índice de amenaza sísmica, X_{H_i} es el indicador de la amenaza y δ_{H_i} es el peso obtenido para cada variable.

Los valores de cada variable fueron escalados mediante sus medias y desviaciones típicas, lo que dio como resultado los indicadores de cada variable para cada municipio; posteriormente permitieron la obtención de los niveles de amenaza, en la tabla N 18 se muestran, para cada municipio, los valores correspondientes.

Tabla 18. Indicadores normalizados de amenaza por municipio del estado Sucre

Municipios	Suelos Blandos	Aceleración	# Sismos	Eventos Licuación
A. E. Blanco	5,09	3,62	4,19	5,06
A. Mata	4,63	3,62	4,70	4,39
Arismendi	4,53	3,62	5,47	4,61
Benítez	9,45	3,62	8,28	4,39
Bermúdez	4,44	3,62	4,19	4,61
Bolívar	4,41	3,62	4,06	5,51
Cajigal	4,51	3,62	4,45	4,39
Cruz Salmerón Acosta	4,67	3,62	4,57	4,61
Libertador	4,84	3,62	4,32	4,39
Mariño	4,92	3,62	6,62	4,61
Mejía	4,41	3,62	4,06	5,06
Montes	4,61	3,62	4,06	4,39
Ribero	4,95	3,62	4,57	5,28
Sucre	4,71	3,62	4,70	9,32
Valdez	4,82	3,62	6,75	4,39

Fuente: Frank A. Audemard M (Sismos que han afectado la costa de Venezuela) y FUNVISIS 2010; Mapa Geológico de Venezuela 1976, superficie de suelos blandos estimadas por el SIG; Casos históricos de licuación de sedimentos inducidos por sismos en Venezuela desde 1530 (Rodríguez, L *et al*)

Las variables definidas para el análisis de la amenaza fueron normalizadas para permitir la comparación sin considerar sus unidades, los resultados se muestran en la tabla 18, aclarando que los suelos blandos corresponden al % de superficie que abarcan en cada municipio, la aceleración se estableció como un constante para todos los municipios, ya que se tomó la estimada para el estado Sucre, usada en la clasificación realizada por FUNVISIS, por otra parte se tienen los números de eventos sísmicos ocurridos en el áreas así como los eventos de licuación registrados.

En un breve análisis, se aprecia que los suelos blandos son los que presentan mayores diferencias en su comportamiento, lo que señala que no hay una

igualdad en su distribución en la entidad, por su parte tanto en los eventos sísmicos como en los de licuación las diferencias obtenidas entre sus valores son menores, con lo que se infiere que la incidencia que tienen en la amenaza es similar en todos los municipios; sin embargo cabe destacar que el municipio Sucre es el que posee mayor superficie de suelos blandos y se ha visto más afectado por eventos de licuación que el resto de los municipios, indicando así una posible amenaza alta; por otra parte, se observa que Libertador es el que posee los valores más bajos de todos los indicadores, lo que señala una posible amenaza baja en comparación con el resto del estado.

Para establecer los niveles de amenaza, después de escalar las variables se realizó la ponderación de las mismas, mediante el método AHP para cada variable descrita anteriormente (ver anexo), para así establecer la influencia de cada una, y crear el índice de amenaza.

Tabla 19. Ponderación de las variables para el cálculo de la amenaza en el estado Sucre

Variable	Peso
Suelos blandos	0,45
Aceleración	0,27
# Sismos	0,15
Licuación	0,17

Del proceso de AHP se obtuvieron los pesos para las variables, valores que representan la importancia en la participación de cada una de las variables con respecto a las demás, en cuanto a la determinación de la amenaza como componente en la ocurrencia de los eventos sísmicos. Dada las características del área, es importante mencionar que la aceleración y los suelos blandos son

factores determinantes en los eventos sísmicos, por ello, sus pesos son mayores, adicionalmente los eventos sísmicos representan la amenaza latente, y las áreas de licuación (proceso de cambio de suelos sólidos a líquidos) son factores que demuestran la amenaza existente.

A partir de los pesos obtenidos y de los valores escalados, se obtuvieron los factores de amenaza correspondientes para cada municipio, provenientes de la multiplicación de ambos datos; los factores darán la base para el cálculo de los niveles de amenaza presente en el estado Sucre, en la tabla 20 se señalan los factores finales por municipios.

Tabla 20. Indicadores de las variables por los pesos por municipios en el estado Sucre

Municipios	Suelos Blandos	Aceleración	# Eventos Sísmicos	# 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 Salmerón 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	1,03	0,75

La tabla anterior permite establecer de forma preliminar el posible comportamiento de la amenaza en los municipios, se aprecia como Sucre, Montes y Ribero poseen valores que pueden considerarse altos en sus indicadores con predominancia de los suelos blandos, indicando una alta amenaza en comparación con el resto, por otra parte Libertador posee dos indicadores relativamente bajos que podría mantener una amenaza baja o moderada, ubicándose el resto de los municipios con amenazas moderadas.

Posterior a la obtención de los factores para cada municipio, se procedió a la obtención de los índices de la amenaza para cada municipio, estos índices fueron obtenidos mediante la ecuación $Hs_k = \sum iX_{H_i} * \delta_{H_i}$, descrita anteriormente, y en la tabla 21 se presentan los niveles de amenaza por municipio.

Tabla 21. Niveles de amenaza (Hs_k) 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 Salmerón Acosta	4,55
Libertador	4,55
Mariño	4,97
Mejía	4,43
Montes	4,41
Ribero	4,79
Sucre	5,39
Valdez	4,91

A partir de los niveles de amenaza obtenidos, se puede señalar a manera general las áreas que poseen una mayor amenaza, se tiene entonces a los municipios Sucre (Cumaná) y Benítez (El Pilar), donde los factores más determinantes han sido los suelos blandos y los eventos de licuación en el caso de Sucre, y para Benítez han sido los eventos sísmicos y los suelos blandos, al considerar que la aceleración del suelo un factor muy determinante es constante para todos los municipios. El caso contrario esta representado por el municipio Bermúdez (Carúpano), donde la incidencia de los factores determinantes y representativos de la actividad sísmica como son los suelos blandos son los más bajos de toda la entidad, colocando así al municipio como el de menor amenaza sísmica.

En el mapa N° 8, se aprecia la distribución espacial de los municipios más amenazados por la actividad sísmica, y son Sucre al oeste, Benítez al este y Ribero al centro; 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), donde resultaron pérdidas tanto físicas como humanas; el municipio Benítez asociado con los números de eventos sísmicos que eventualmente se presentan, podrían 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 condicionaron las consecuencias en parte los efectos del evento. Se puede decir que un 28,23% del estado se encuentra en una amenaza alta (M. Sucre y Benítez), por otra parte un 1,72% posee amenaza baja (M. Bermúdez), y que el 70,05% se ubica en una amenaza media correspondiendo el resto de los municipios.

Adicionalmente, una consecuencia de los sismos que puede ser considerada como amenaza resultante son los tsunamis; pues estos son generados por sismos ocurridos en la zona de subducción en el fondo marino. 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. Por ello es importante considerar el nivel de amenaza que genera este tipo de evento en aquellos centros poblados y localidades a corta distancia de los sismos ocurridos o que puedan ocurrir en el fondo de mar.

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 las Vulnerabilidades

Para la vulnerabilidad se determinaron varias categorías; con el objetivo de analizar estos resultados, en primer lugar se caracterizó el área de estudio con los aspectos socioeconómicos ya descritos que pueden verse afectados ante la ocurrencia de un evento; en estas características se consideraron las densidades poblacionales, pobreza, IDH, desempleo, número de instituciones preventivas, número de camas, números de centros asistenciales y educativos, índice Gini, índice de dependencia, superficie de ABRAE existente.

Para su evaluación se tomó como referencia el índice de vulnerabilidad propuesto por Cardona (2001); el mismo está compuesto de la siguiente manera: $V_{sk} = (\sum_i E_{vk} \times \delta E_k) + (\sum_i F_{vk} \times \delta F_k) + (\sum_i R_{vk} \times \delta R_k)$; donde V_{sk} es el índice de la vulnerabilidad, E_{vk} , F_{vk} , R_{vk} , son los indicadores de la vulnerabilidad con respecto a la exposición-física, fragilidad social y falta de resiliencia, respectivamente; y δE_k , δF_k , δR_k son los pesos obtenidos para cada variable.

Para la vulnerabilidad se calcularon los subíndices de la misma manera que para la amenaza; en este caso, cada factor implica unas variables y posteriormente se calculó la vulnerabilidad total con la sumatoria de cada indicador multiplicado por un peso que fue asignado, de igual manera que como se hizo para la amenaza.

Para establecer los niveles de vulnerabilidad se realizó un escalamiento de las variables mediante su media y desviación típica, propuesto por Cardona, permitiendo de esta manera una comparación entre los factores que se

encontraban en diferentes unidades, en la tabla 22 se presentan sus valores por cada municipio.

En la tabla 22, a primera vista se observa que existen diferencias importantes entre los valores de una misma variables, se puede apreciar que el índice de dependencia es uno de los que posee valores mas altos entre todas las variables, posiblemente su influencia en el desarrollo de la vulnerabilidad sería mayor que las instituciones preventivas, donde la mayoría de sus valores son parecidos entre ellos con excepción de algunos, lo que indica que su comportamiento es similar en las diferentes áreas de análisis.

Por otra parte, se observa que el municipio que posee las variables con mayores valores es Sucre, lo que a manera general puede asociarse con una alta vulnerabilidad, ya que de las 14 variables estudiadas mas de la mitad corresponden a valores altos y muy parecidos entre ellos, todos por encima de 5; en sentido contrario se tiene a los municipios Libertador y Mariño con los datos más bajos, asumiendo que podrían ser los que posean una vulnerabilidad relativamente baja en comparación con los demás.

Posterior al escalamiento, se ponderaron cada una de las variables descritas anteriormente por cada municipio, siguiendo el proceso AHP, de manera de establecer la participación de cada una como factores de la vulnerabilidad ante la ocurrencia de un evento sísmico, con la finalidad de crear el índice de vulnerabilidad, se presentan en la tabla 23.

Tabla 22. Indicadores normalizados de la vulnerabilidad por municipio del estado Sucre

Municipios	*Densd Pobl.	Incm. Interc.	# Efectv Resct	IDH	% Pobr Extre	% Pob. Desmp	# Inst. Educ.	# Inst. Salud	# Camas	% Sup. ABRAE	Gini	Ind. Depnd	# Inst. Prevt.	Densd Vial
A. E. Blanco	4,49	5,10	5,22	4,68	4,47	4,38	3,04	4,63	4,21	5,28	6,23	5,21	4,89	4,92
A. Mata	4,63	5,53	4,21	5,24	4,45	3,28	3,32	4,63	4,21	4,30	3,80	7,34	4,06	4,50
Arismendi	4,78	5,55	4,21	4,28	5,01	4,48	3,60	6,25	5,02	4,30	5,57	6,27	4,89	4,08
Benítez	4,29	6,28	5,51	4,07	4,92	3,86	3,88	5,36	4,70	5,79	5,57	6,27	4,89	3,66
Bermúdez	4,84	6,46	6,24	7,44	5,95	4,78	4,16	4,18	7,63	4,30	6,07	4,15	7,38	6,56
Bolívar	5,14	6,50	4,21	4,77	4,22	8,02	4,44	3,74	4,21	4,30	3,83	4,15	4,06	5,24
Cajigal	4,71	5,10	4,21	4,76	4,42	4,13	4,72	3,74	4,21	5,17	3,61	5,74	4,06	6,00
C.S. Acosta	4,73	6,64	4,21	3,79	4,32	6,16	5,00	5,07	4,70	4,30	3,07	3,09	4,06	4,47
Libertador	4,34	2,48	4,21	4,46	5,14	3,48	5,28	3,45	4,21	5,44	3,89	4,68	3,23	4,55
Mariño	4,87	3,66	4,21	4,69	4,40	4,58	5,56	5,07	4,70	5,20	4,97	6,27	4,89	6,74
Mejía	4,27	3,13	4,21	3,65	4,24	5,31	5,84	3,74	4,21	4,30	4,27	4,68	4,06	3,44
Montes	4,51	4,93	5,22	4,84	5,21	5,07	6,12	5,66	5,02	4,30	4,46	3,62	4,89	3,49
Ribero	4,51	4,80	5,22	4,19	5,41	5,59	6,40	6,84	4,70	4,58	5,98	5,21	5,72	4,47
Sucre	9,35	4,74	8,87	7,86	9,12	5,26	6,68	7,87	8,28	9,11	6,42	3,09	7,38	5,23
Valdez	5,55	4,11	5,02	6,29	4,75	6,64	6,96	4,77	5,02	4,30	7,27	5,21	6,55	7,63

* DensdPobl: densidad poblacional; Incm Interc: incremento intercensal; Efectv Resct: efectivos de rescate; Pobr Extre: pobreza extrema; Inst. Educ: instituciones educativas; Inst Salud: instituciones asistenciales; Ind Depnd: índice o razón de dependencia; Inst. Prevt: número de instituciones preventivas; Desnd vial: densidad vial.

Tabla 23. Pesos para cada variable e indicador según factores de la vulnerabilidad, estado Sucre.

Factores e Indicadores		Pesos
Exposición física	Densidad poblacional	0,33
	Crecimiento intercensal	0,21
	Pobreza	0,19
	ABRAE	0,09
	Densidad vial	0,08
	Centros Educativos	0,07
	Centros de Salud	0,06
Socioeconómica (fragilidad social)	Población Económicamente Activa	0,40
	Población Desempleada	0,32
	Índice GINI	0,17
	Índice de Dependencia	0,11
Resiliencia	IDH	0,11
	# Instituciones Preventivas	0,25
	# Personal de rescate	0,17
	# Camas	0,17
Indicadores	Exposición	0,25
	Socioeconómica	0,40
	Resiliencia	0,35

Las variables analizadas en los capítulos anteriores fueron reagrupadas según la metodología empleada (Cardona, 2001) para la obtención de los subíndices, en la tabla 23 se aprecia que los indicadores relacionados con la población directamente, son los que poseen una mayor importancia dentro de la ocurrencia de la vulnerabilidad, ya que se considera a la ubicación de la población como un factor determinante, asimismo se aprecia que los componentes del aspecto relacionado con la resiliencia podrían tener una influencia parecida, ya que sus datos poseen poca diferencia entre ellos a excepción del IDH.

Así mismo para la generación de los subíndices se crearon los pesos según cada factor exposición, socioeconómica y resiliencia, mediante el mismo procedimiento AHP.

Después de la obtención de los pesos, se realizaron los cálculos de los subíndices para cada municipio del estado Sucre mediante las fórmulas siguientes, donde el subíndice de exposición esta dado por $VE_k = \sum_i E_{vk} * \delta E_k$, el de fragilidad por $VF_k = \sum_i F_{vk} * \delta F_k$ y el subíndice de Resiliencia por $VR_k = \sum_i R_{vk} * \delta R_k$; donde E_{vk} , F_{vk} , R_{vk} , son los indicadores de la vulnerabilidad con respecto a sus factores; y δE_k , δF_k , δR_k son los pesos obtenidos para cada factor.

Tabla 24. Cálculo de los subíndices según indicadores por municipio 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	3,53	4,41
Cruz Salmerón 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

El subíndice más determinante en algunos municipios sería el socioeconómico, donde sus valores son relativamente más altos en comparación con los otros, sin embargo la resiliencia se destaca por la poca diferencia entre sus valores, lo que permite señalar que su incidencia en el desarrollo de la vulnerabilidad sería muy similar en casi todos los municipios, por último se tiene la exposición, donde las diferencias entre sus valores es mayor con respecto a los otros subíndices, lo que permite señalar que este tendrá una mayor incidencia en algunos municipios que en otros.

Por otra parte, se tiene al municipio Sucre con dos subíndices altos, lo que de manera preliminar le confiere una vulnerabilidad alta en aspectos socioeconómicos como en la exposición de la población, en caso contrario, se tiene al municipio Mejía que presenta los subíndices de exposición y resiliencia bajos, infiriendo así que podría presentar una vulnerabilidad baja, el resto de los municipios dados sus valores relativos podrían ubicarse con una vulnerabilidad media.

Después de la obtención de los factores para cada municipio, se procedió al cálculo de los índices de la vulnerabilidad para cada municipio, estos fueron obtenidos mediante la ecuación $V_{S_k} = \sum iE_{V_k} * \delta_{E_k} + \sum iF_{V_k} * \delta_{F_k} + \sum iR_{V_k} * \delta_{R_k}$, donde se combinan los diferentes factores de la vulnerabilidad.

Tabla 25. Índice de vulnerabilidad (V_{FK}) por municipios del estado Sucre

Municipios	Índice de vulnerabilidad
A. E. Blanco	4,98
A. Mata	4,70
Arismendi	4,87
Benítez	4,44
Bermúdez	6,02
Bolívar	5,24
Cajigal	4,20
Cruz Salmerón Acosta	4,76
Libertador	4,36
Mariño	4,94
Mejía	4,47
Montes	4,57
Ribero	5,21
Sucre	7,00
Valdez	5,85

En la tabla 25 se presentan los índices obtenidos donde se demuestran las áreas más vulnerables del estado Sucre; el municipio Sucre es el que posee el mayor índice, destacando que los aspectos de exposición y resiliencia son los más frágiles, recordando los subíndices por separado donde se mostraban con los valores más altos, es decir, el que podría tener más pérdidas físicas (población e infraestructura) y la menor capacidad de recuperarse, teniendo presente que en este municipio se ubica la capital del estado y que posee la mayor población así como que es sede de actividades económicas importantes para la región.

Los municipios que siguen en orden de más vulnerables son Bermúdez, Bolívar, Ribero y Valdez como se aprecia en el mapa N° 9; en ellos los factores más susceptibles que incrementa la vulnerabilidad son la resiliencia

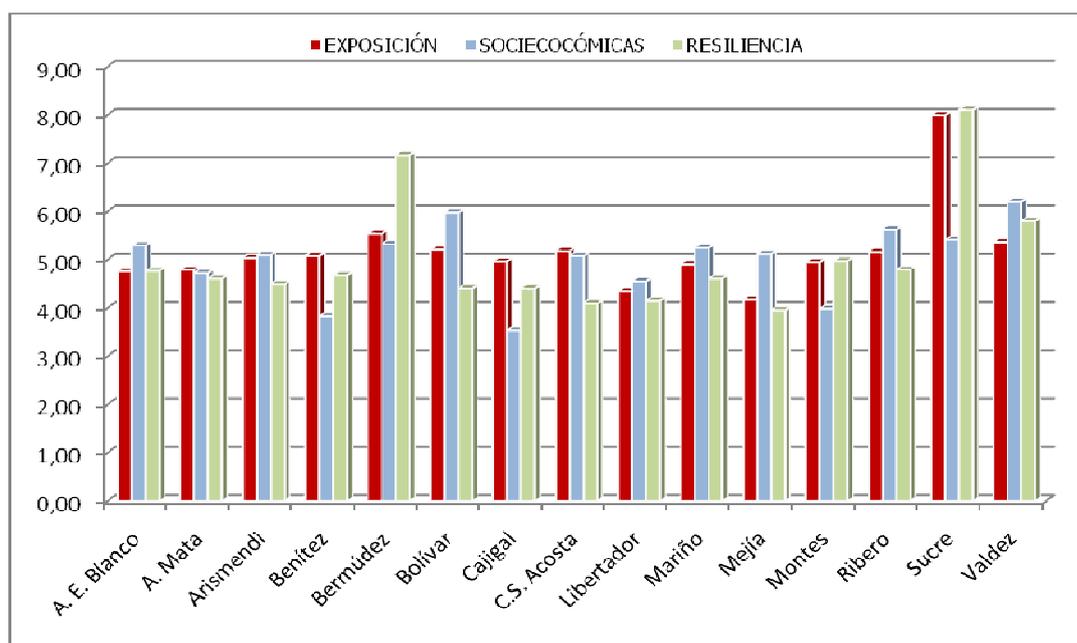
en el caso de Bermúdez, la fragilidad socioeconómica en Bolívar, Ribero y Valdez; se pone en evidencia que en las principales ciudades del estado es donde podrían colapsar en un principio los servicios de atención como los de rescate, donde la mayoría están ubicados en las localidades de Cumaná (Sucre), Carúpano (Bermúdez) y de ellos se presta servicio a otras localidades, el hecho de su afectación implica el incremento de las vulnerabilidad en otras áreas del estado. Por el contrario, los municipios con menos vulnerabilidad son Cajigal (Yaguaraparo) y Libertador (Tunapuy), sin embargo en estos municipios los factores más vulnerables corresponden a la exposición para Cajigal y fragilidad socioeconómica para Libertador.

Se puede decir entonces, que el estado presenta un 23.9 % con vulnerabilidad alta, un 6,16 % con vulnerabilidad baja, y el 69,5 % con una vulnerabilidad media, datos calculados a partir de la superficie que representan cada municipio con respecto al estado.

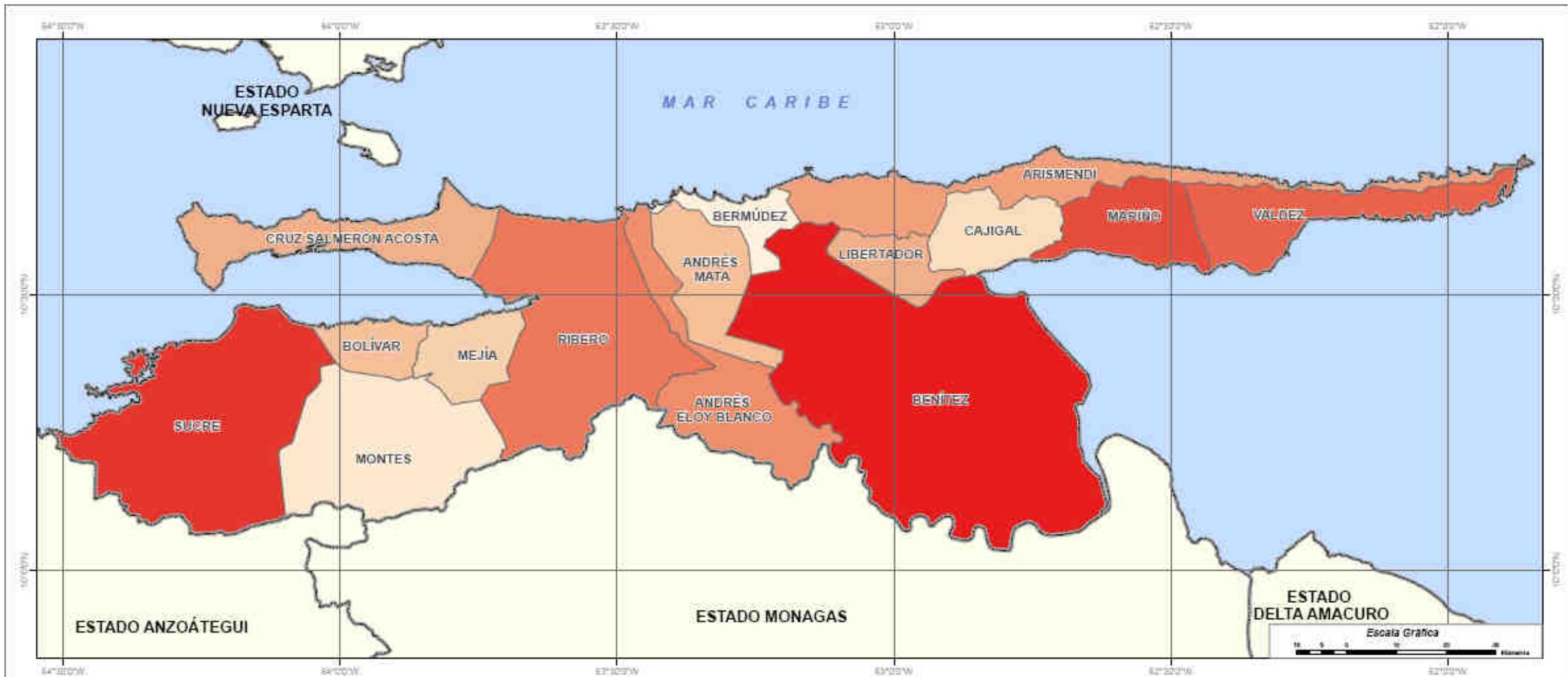
Por otra parte, en el gráfico 2, se puede apreciar el comportamiento de cada uno de los componentes de la vulnerabilidad para cada municipio, se evidencia como para el municipio Sucre son la exposición y la resiliencia los que condicionaron los niveles de vulnerabilidad resultante, este comportamiento se aprecia también en los municipios Montes, Cajigal y Benítez; cinco de los municipios fueron definidos por los aspectos socioeconómicos Valdez, Ribero, Mejía, Bolívar y Andrés Eloy Blanco; por otra parte se tiene que el municipio Andrés Mata tuvo una incidencia igual de los factores en el desarrollo de la vulnerabilidad.

Adicionalmente, se observa que el comportamiento de los subíndices está por encima de 3, recordando que son índices relativos y que permiten dar una idea general de los posibles niveles de vulnerabilidad que puede presentar un área, sin embargo, es importante destacar que por presentar los índices entre estos valores no deja de existir la vulnerabilidad en el área, simplemente es una manera de relacionar cuantitativamente aspectos sociales, físicos e institucionales.

Gráfico 2. Comportamiento de los factores la vulnerabilidad por municipios del estado Sucre.



Fuente: Elaboración propia en base a cálculos del índice de vulnerabilidad




UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
 COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADOS
 TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO SÍSMICO,
 ESTADO SUCRE, VENEZUELA.**

Base cartográfica: Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB)
 Fuente: Elaboración propia en base a cálculos del índice de amenaza sísmica

Elaborado por:
 Lic. Dayana Montezuma Caracas, Junio de 2010

Tutor:
 Dr. Vidal Sáez Sáez

MAPA Nº 8
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ÍNDICE DE AMENAZA SÍSMICA, ESTADO SUCRE

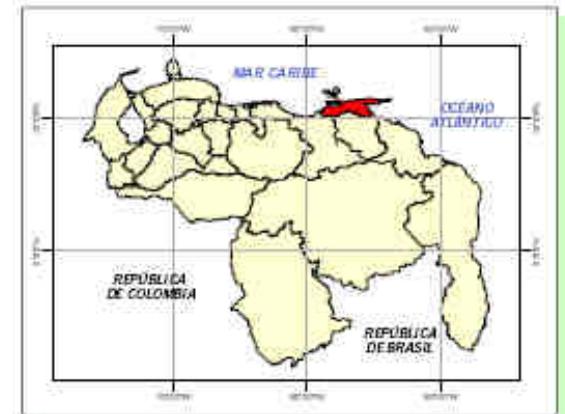
LEYENDA:

SIGNOS CONVENCIONALES:
 — Límite Estatal
 — Límite Municipal

Índice de Amenaza



0.25 0.50 0.75 1.00 1.25 1.50 1.75 2.00 2.25



Determinación del Riesgo

Para la determinación del riesgo sísmico se procedió a aplicar la ecuación lineal expresada $IRs = \alpha((Hs - \beta)(Vs - \beta) + \beta)$, donde α y β son constantes establecidas según la media y desviación (Cardona, 2001), con los datos obtenidos de los índices relativos de la amenaza (Hs) y de la vulnerabilidad (Vs) para cada municipio, esta combinación da como resultado:

Tabla 26. Índice de riesgo sísmico por municipios del 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 Salmerón Acosta	4,55	4,76	3,55
Libertador	4,55	4,36	3,34
Mariño	4,97	4,94	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	4,91	5,85	4,50

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 es caracterizada como la de mayor amenaza en todo el país, y al partir de la determinación de este índice por municipios, permite apreciar el posible comportamiento interno del estado con respecto al riesgo sísmico.

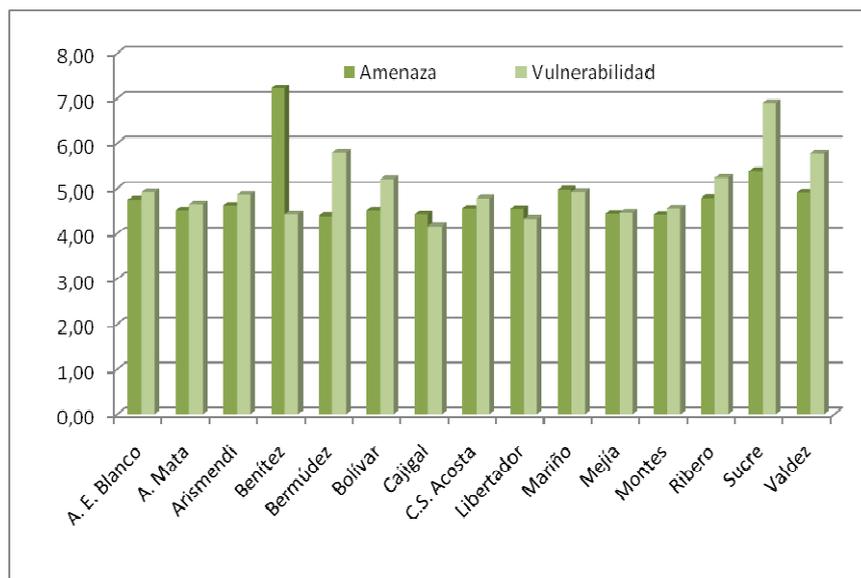
En cuanto a los resultados obtenidos, los municipios más críticos son Sucre, Valdez, Benítez y Ribero; al analizar las características físicas se tienen que, a parte de la aceleración del suelo, que se tomó como una constante para todo el estado, los suelos blandos son los que tienen una mayor participación en el riesgo al momento de la ocurrencia de eventos sísmicos, ya que hacen más susceptibles a las estructuras, y pueden ceder fácilmente. Los procesos de licuación como eventos de cambios de la solidez del suelo a líquido, también influye 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 permitió su clasificación como un área mayor amenaza sísmica, adicionalmente las condiciones socioeconómicas se verían afectadas, ya que la mayor población de la entidad que se ubica en este municipio.

Adicionalmente el mapa N° 10, permite apreciar la distribución espacial de los índices, donde el 43,54% de la superficie del estado posee un alto riesgo, los municipios donde hay que prestar mayor atención son los que a lo largo del tiempo se han visto afectados por eventos sísmicos con consecuencias consideradas, como en el caso de Sucre y Ribero, a su vez se tiene a Benítez, donde también se han registrados sismos asociados a la falla El Pilar principal generadora de los eventos sísmicos del estado, por otra parte se tiene que solo 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.

Este método permite resaltar y confirmar cuales son los factores a los que hay que abordar principalmente, por eso analizando detalladamente los componentes del riesgo mediante sus índices relativos, se puede señalar cuál aspecto tuvo mayor relevancia en el desarrollo del índice del riesgo, en el

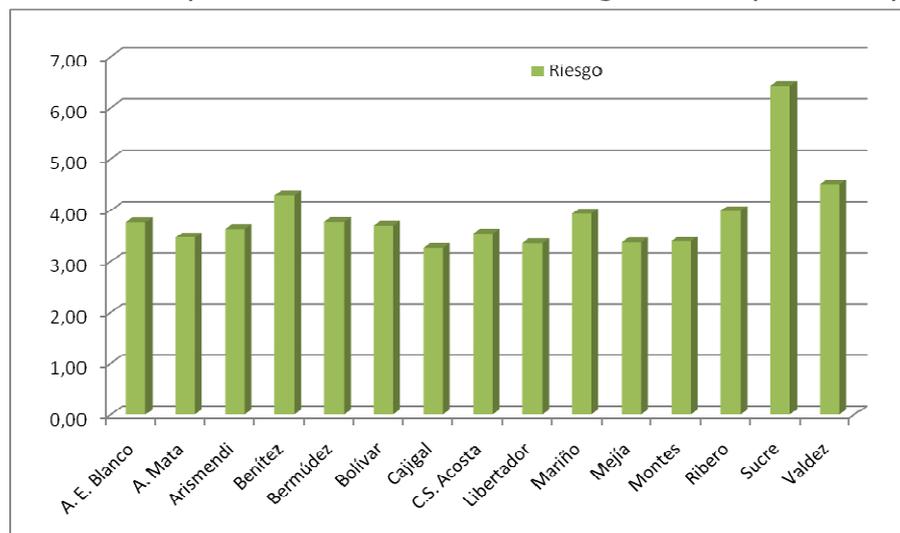
gráfico 3, se compara la amenaza y vulnerabilidad, y su incidencia en el riesgo resultante.

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



Fuente: Elaboración propia en base a cálculos del los índices de amenaza y vulnerabilidad

Gráfico 4. Comportamiento del índice de riesgo sísmico por municipio



Fuente: Elaboración propia en base a cálculos del índice riesgo

De esta manera se aprecia que en tres municipios fueron las características físicas las que tuvieron una mayor influencia como en el caso 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.

El análisis realizado demuestra que los principales factores determinantes en el incremento del riesgo en el estado son la exposición de la población y de infraestructuras importantes en las zonas susceptibles, donde las principales actividades del estado se verían afectadas; así como la poca capacidad de resiliencia que presenta el estado.

Si se considera los eventos sísmicos recientes, no solo a nivel nacional sino los que han ocurrido en países cercanos, dado que sus placas generadoras son las mismas en la que se sitúa Venezuela, habría que suponer que la ocurrencia de eventos con magnitudes similares a los ocurridos en Chile y Haití, en Sucre las consecuencias podrían ser destructoras, los registros más recientes demuestran que las principales ciudades se verían afectadas por la ocurrencia de un eventos en las cercanías de las mismas.

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 ocurrencias de eventos y no cuentan con el personal requerido para atender a la hora de un desastre.




UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
 COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADOS
 TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO SÍSMICO,
 ESTADO SUCRE, VENEZUELA.**

Base cartográfica: Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB)
 Fuente: Elaboración propia en base a cálculos del índice del riesgo sísmico.

Elaborado por:
 Lic. Dayana Montezuma Caracas, Junio de 2010

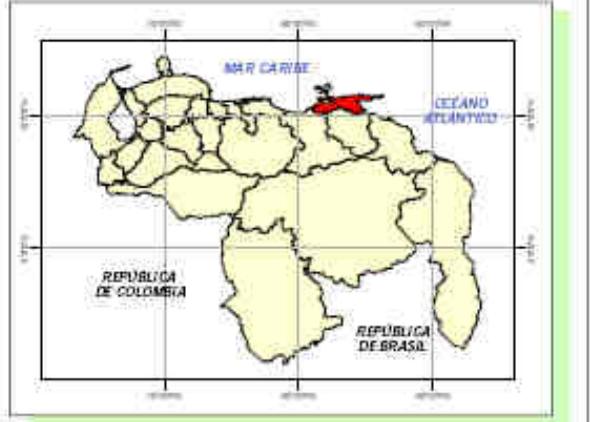
Tutor:
 Dr. Vidal Sáez Sáez

MAPA Nº 10
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ÍNDICE DE RIESGO SÍSMICO, ESTADO SUCRE

LEYENDA:

SIGNOS CONVENCIONALES:
 — Límite Estatal
 — Límite Municipal

Índice de Riesgo

CAPITULO V. PROPUESTAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO, EN EL ESTADO SUCRE

Antes de establecer ciertas recomendaciones es importante señalar, a manera de síntesis, las características más resaltantes que determinaron los niveles más altos del riesgo en el área en estudio; en primera instancia, se tiene una mayor concentración poblacional en las zonas donde los factores físicos naturales determinantes en la amenaza están más presentes, ello significa que en las áreas donde hay los suelos blandos y ocupan mayor superficie, se han presentado mayor número de eventos de licuación así como sismos. Existe un déficit en el personal de rescate, que para esta investigación solo se pudo contar con la información suministrada por los bomberos de Cumaná, asimismo las principales infraestructuras de apoyo y asistenciales están localizadas en las zonas de mayores amenazas, las principales vías de accesos se encuentran emplazadas en la trayectoria de la falla El Pilar, falla activa y a la que se le atribuyen la mayoría de los eventos sísmicos ocurridos en el estado.

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 (*et al.*, 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. Su vulnerabilidad 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.

Con este modelo se busca analizar esos aspectos más ajenos a los factores ya evaluados, para así tener una visión más amplia de las posibles áreas a abordar con medidas de mitigación y prevención del riesgo, para ello se representa de una manera general cuáles serían esas causas de fondo que propician las vulnerabilidades en el estado Sucre.

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 *et al.*, 1996). Estas causas se presentan a nivel mundial en la mayoría de las sociedades, Venezuela y el estado Sucre no están exentos de estas situaciones, por lo que se puede decir que las causas condicionantes son, el poco acceso que se tienen a los recursos e infraestructuras así como los procesos de planificación que se han llevado 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 los crecimientos desordenados de la población, la falta de instituciones así como de personal capacitado, la deforestación producto de las rápidas urbanizaciones; y por último se tienen que esas causas y presiones se presentan a lo largo del tiempo en forma de unas condiciones inseguras que se conocen como vulnerabilidades, y es así como se presenta entonces la población en los lugares peligrosos, la existencia de infraestructura sin protección y ubicada en lugares pocos seguros, la existencia de una fragilidad económica representada por los bajos ingresos

de la población y la poca capacidad de recuperarse ante un evento y la falta de preparación de la sociedad para enfrentar los diferentes eventos a los que esta expuesta.

A partir de estos comentarios, se cree conveniente establecer unos escenarios tendenciales que permitan tener una visión general de la situación actual a la que esta expuesta la población del estado Sucre.

Escenario Tendencial

Es importante considerar las posibles consecuencias ante la ocurrencia 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 ocurridos sismos de fuertes magnitudes en ciudades como Cumaná y Cariaco; y otro al este en Güiria donde la microsismicidad es constante, exponiéndose dos posibles tendencias: una manteniendo la situación actual, y otra al ser consideradas las propuestas mitigantes.

Escenario 1. Sismos al oeste del estado

Al oeste del estado, hacia los municipios Sucre, Ribero y Mejía, donde se encuentran las ciudades Cumaná y Cariaco, en los cuales existen microsismicidad constante se han registrado sismos de gran magnitud, entre las consecuencias de estos 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 provocando inundaciones.

Tendencia 1. Mismas condiciones

Si ocurre un sismo en este sector bajo las condiciones explicadas actualmente, probablemente los efectos del mismo más que generar una emergencia podría desencadenar un desastre, pues debido a la constante exposición de las estructuras a microsismos, sin una evaluación adecuada que ayude a reforzarlas para soportar nuevos eventos puede desencadenar el colapso de las mismas, esto unido a la falta de conciencia de la población o el desconocimiento de las áreas más vulnerables (aunado a la poca continuidad de los planes propuestos por los entes gubernamentales); incrementan 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 hace del conocimiento público las áreas de mayor riesgo y se hacen campañas a través de los medios regionales para concientizar a la población; aunado a la permanencia y periodicidad de estas 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 principalmente de vidas humanas, reduciendo así los riesgos de 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, 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 la recurrencia de los mismos incide en el debilitamiento de las bases estructurales, considerando que en esta parte del estado se ubica un muelle con salida internacional, confiriéndole 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 6, 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, así como considerar la posibilidad de haber pérdidas de vidas humanas y de infraestructuras importantes para la economía.

Tendencia 2. Propuestas aplicadas

Si 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 instituciones y 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 realizados 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 tratar de mitigar y minimizar los niveles de riesgos a los que esta expuesta la población.

Estas causas, procesos dinámicos y condiciones inseguras unidas a las características de amenazas presentes en el área en estudio llegan a convertirse en las condiciones de riesgo, y a su vez evaluando diferentes escenarios y sus posibles consecuencias, se determinó que de no tomar las medidas necesarias pueden llegar a convertirse en desastres, por ello se plantean las siguientes recomendaciones.

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 sugiere ampliarlo, y 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 mencionan ni incluyen ninguna del estado Sucre, solo 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 poder generar estimaciones del comportamiento de estos y de las posibles afectaciones en el estado Sucre.

Adicionalmente, se plantean medidas que van dirigidas al aspecto preventivo y mitigante de los riesgos, para ello se tomaron como base las áreas con los índices más altos, y 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 determinen los usos y ocupaciones del espacio como base para la creación del Plan de Ordenación Territorial del estado Sucre, en las cuales 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, y 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 como actuar ante un evento, de manera que se establezcan las estrategias y responsabilidades de la población que pueda verse afectada 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 a 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 ante los eventos y 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 a todos los municipios de la entidad, estos planes están siendo ejecutado en toda la misma, pero sólo ha

tenido mayor efectividad en el municipio Montes, según la Prof. Rodríguez, por lo cual hay que diseñar nuevas estrategias para buscar la mayor receptividad del plan en el resto de los municipios, de manera que sea ampliando la población preparada a enfrentar el riesgo sísmico y en ello mitigar los efectos que ello significa.

Aspecto preventivos locales

Adicionalmente hay que considera medida que estén mas 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 un monitoreo del estado de las infraestructuras por parte de la comunidad y hacerlo llegar al gobierno local; y el gobierno local, por su parte debe canalizar las inquietudes y asignar equipos de respuestas a la comunidad.
- Periódicamente realizar simulacros en las comunidades, para que la población sepa como actuar ante la ocurrencia de los eventos.

Conclusiones

A manera general, se puede concluir que el estado Sucre es la entidad con mayor amenaza sísmica de todo el país, su principal falla activa es El Pilar, tiene una trayectoria este-oeste, 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), y la mayoría de las ciudades principales se emplazan allí, lo que incrementa la vulnerabilidad que estas 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 esta 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, con ello podrían verse afectadas.

- En cuanto a la población que podría ser seriamente afectada, al trabajar con índices relativos se estimó que las densidades poblacionales y la población total para cada municipio, indican que el un 67% de los habitantes se verían afectados, ya que las mayores concentraciones poblacionales están localizadas en los municipios con los mayores 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; estos son Sucre con un índice 9,73, Ribero con 4,87 y Valdez con 5,85; siendo el asiento de las ciudades Cumaná, Cariaco y Güiría 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, estos 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 permite integrar aspectos tanto físicos como sociales, lo que 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 permite identificar cuales son los factores que tienen una mayor participación en la generación del riesgo, sin embargo, hay que aclarar que esta metodología implica a su vez un conocimiento experto, y que sea empleada con un equipo multidisciplinario para dar mejores resultados.
- Esta metodología tiene la posibilidad de admitir modificaciones según la información disponible, al igual que puede ser utilizadas a 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 de las áreas que podrían ser más críticas ante la ocurrencia de un evento sísmico con magnitudes mayores a los registrados hasta la fecha.
- La aplicación de esta metodología, específicamente para esta investigación no permitió realizar comparaciones con otras zonas del país al respecto de 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.

Referencias bibliográficas

1. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). *Instrumentos de apoyo para el análisis y la gestión de riesgos naturales en el ámbito municipal de Nicaragua*. Managua. 2002
2. Asamblea Nacional Constituyente (1983). *Gaceta Oficial de la República de Venezuela*. Gaceta Oficial N° 32.650 de fecha 21 de enero de 1983.
3. _____ (1992). *Gaceta Oficial del Estado Sucre*. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 74 de fecha 30 de Agosto de 192. Cumaná. Año LXXXII-Mes XII - República de Venezuela.
4. _____ (1999). *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36.860 de fecha 30 de Diciembre de 1.999.
5. _____ (2001). *Ley de Zonas Costeras*. Gaceta Oficial N° 37.319 de fecha 7 de Noviembre del 2001
6. _____ (2002). *Ley Orgánica de Seguridad de la Nación*. Gaceta Oficial N° 37.594 de fecha 18 de Diciembre del 2002.
7. _____ (2009). *Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos*. Gaceta Oficial N° 39.095 de fecha 9 de Enero de 2009.
8. Augusto, Filho *et al.*, (1990). Citado por Agostinho Ogura y Eduardo Soares Macedo. *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

9. Barbat, Alexander y Pujades, Luis. *Evaluación de la vulnerabilidad y del riesgo sísmico en zonas urbanas. Aplicación a Barcelona*. Documento en línea. SÍSMICA 2004 - 6º Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Sísmica. Disponible en: www.civil.uminho.pt. Consultado: 2008, Agosto 19

10. _____ (1998). Citado por León Ricardo y Díaz Bonett. *Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta a moderada*. (2003). Documento en línea. Disponible en: www.tdr.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-1222103-092523//01CAPITULO0.pdf Consultado: 2008, Mayo 05

11. Beltrán, C (1989). *Aspectos neotectónicos de la región nororiental de Venezuela*. VII Congreso Geológico de Venezuela, Tomo III. Barquisimeto. Ministerio de Energía y Minas.

12. Benito, Belén y Cabañas Luis (2000). *Caracterización del movimiento del suelo en ingeniería sísmica*. EUIT de Topografía (UPM). Física de la Tierra, Vol. 11, pp. 47-77. Documento en línea. Disponible en: <http://redgeomatica.rediris.es/sismo/webs/principal.htm>. Consultado: 2010, Abril 26.

13. Blaike, Piers *et al.*, (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

14. 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

15. _____ (2008). *Indicadores de Riesgo de Desastre y de Gestión de Riesgo. Programa para América Latina y el Caribe*. Informe Resumido. Segunda Edición. Banco Interamericano de Desarrollo. Documento en línea. Disponible en: www.riskmexico.com. Consultado: 2009, Agosto 29
16. Carter, H. (1964). *El estudio de la geografía urbana*. Madrid: Instituto de Estudio de Administración Local.
17. Chardon, Anne y González, Juan (2002). *Amenaza, Vulnerabilidad, Riesgo, Desastre, Mitigación y Prevención. Primer acercamiento a conceptos, características y metodologías de análisis y evaluación*. Documento en línea. Banco Interamericano de Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Instituto de Estudios Ambientales-IDEA. Documento en línea. Disponible en: <http://idea.manizales.unal.edu.co/ProyectosEspeciales/adminIDEA/CentroDocumentacion/DocDigitales/documentos/Indicadores%20vivienda.pdf>. Consultado: 2009, Febrero 24
18. Cilento Sarli, Alfredo (2005). *Capacidad de resistencia, vulnerabilidad y cultura de riesgos*. Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología ISSN 1315-0006 / Depósito legal pp 199202ZU44. Vol. 14 No. 2 (abril-junio 2005): 265-278. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Documento en línea. Disponible en: <http://www.serbi.luz.edu.ve.pdf>. Consultado: 2008, Octubre 06
19. Domínguez (2005) citado por Trujillo P. María A. en *Resiliencia en la psicología social*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de estudios superiores Iztacala. Documento en línea. Disponible en: <http://www.cepvi.com/articulos/resiliencia2.shtml> Consultado: 2010, Abril 26

20. Fundasalud Sucre (2009). *Centros por municipios estado Sucre*. Unidad de Riesgo de Fundasalud.
21. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) (2001). *Mapa de zonificación sísmica con fines de ingeniería*. Caracas-Venezuela
22. _____ (FUNVISIS) (2002). *La investigación sismológica en Venezuela*. Documento en Línea. República Bolivariana de Venezuela. Disponible en <http://www.funvisis.org.ve>. Consultado: 2008, Mayo 19.
23. _____ (FUNVISIS) (2008). *Sismología Aplicada*. Documento en Línea. República Bolivariana de Venezuela. Disponible en <http://www.funvisis.org.ve>. Consultado: 2008, Mayo 06.
24. Garses, J (1994). *Venezuela. Amenazas naturales. Terremotos. Maremotos. Huracanes*: Autor.
25. 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.
26. González De Juana, C (1980). *Geología de Venezuela y sus Cuencas Petrolíferas*. 1ª Ed. Caracas. Foninves. Venezuela
27. Guerra, Argenis (Comunicación personal, Agosto 3, 2009)
28. Gobernación del estado Sucre. (2009). Documento en línea. Disponible en: www.edosucra.gov.ve. Consultado: 2009.

29. Gómez, Javier (2001). *Vulnerabilidad y medioambiente*. División de medio ambiente y asentamientos humanos. Seminario Internacional Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía CELADE-División de Población. Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. Documento en línea. Disponible en: www.eclac.org/publicaciones/xml/3/8283/jjgomez.pdf. Consultado: 2008, Noviembre 11.
30. Hernández, Mena (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
31. Instituto Nacional de Estadística (INE). (2001). *Atlas de Desarrollo Humano*.
32. _____.(2001). *Censo 2001*.
33. 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
34. Kokot, Roberto *et al* (2004). *Vulnerabilidad al ascenso del nivel del mar en la costa de la provincia de Río Negro*. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 59 (3): 477-487 (2004)
35. Lara, José (Comunicación personal, Abril 21, 2009)
36. 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

37. Lavell (2003b) y Wisner (2003). Citado por Cardona en *Indicadores de Riesgo de Desastre y de Gestión de Riesgo. Programa para América Latina y el Caribe*. Informe Resumido. Segunda Edición. Banco Interamericano de Desarrollo. Documento en línea. Disponible en: www.riskmexico.com. Consultado: 2009, Agosto 29
38. López, M^a Fernanda y Cantos Jorge (2000). *Riesgos Naturales, disciplina geográfica de futuro*. Documento en línea. Boletín de la A.G.E. Nº 30. 2000. Disponible en: www.age.ieg.csic.es Consultado: 2008, Octubre 06.
39. López, Alfonso y Villacañas, Julio (1999). *Metodología Simplificada para el Análisis del Riesgo Sísmico*. Física de la Tierra. Documento en línea. Disponible en: www.ucm.es/pdf/ Consultado: 2008, Mayo 05.
40. 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.15.org> Consultado: 2009, Marzo 10
41. Ministerio del Poder Popular de la Salud. (2000). *Establecimientos de Salud especificados por Organismos, Entidad Federal y Municipios*. Documento en línea. Disponible en: www.mpps.gob.ve. Consultado: 2009, Junio 24.
42. Ministerio de Obras Públicas. (1970). *Nomenclador y Características de Carreteras*. Dirección General de Vialidad. Oficina de Planificación y Programación. 3^a Edición Aumentada y corregida.
43. Mustiola L. Marlon J. (2007). *Municipalización de Protección Civil y Administración de Desastres. Creación, consolidación. Proceso de promoción*. Dirección Nacional de Protección Civil y Administración de Desastres. Dirección de Planificación y Presupuesto. Documento en línea. Disponible en: www.stadtaus.com. Consultado 2009, Julio 27

44. Novo, M. y R. Lara (1997). Citado por Monti Alejandro y Escofet Anamaría en *Ocupación urbana de espacios litorales: gestión del riesgo e iniciativas de manejo en una comunidad patagónica automotivada (Playa Magagna, Chubut, Argentina.)* Documento en línea. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAMISSN 0188-4611, Núm. 67, 2008, pp. 113-129. Disponible en: http://www.cermic.com.ar/artic/14732/articulo_monti_escofet_ig.pdf. Consultado: 2009, Marzo 10
45. Organización de los Estados Americanos (OEA). (1991). *Desastres, planificación y desarrollo. Manejo de amenazas naturales para reducir los daños.* Documento en línea. Washington D.C: Autor. Disponible en: <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea57s/oea57s.pdf>. Consultado: 2009, Marzo 03
46. Organización Rescate Humboldt (ORH). *Escala de intensidad de Mercalli Modificada según Charles Richter (1958)*. Sede del Museo del Transporte de Caracas Guillermo José Schael. Ley de la Organización de Protección Civil y Administración de Desastres. Proyecto de Reglamento de los Servicios de Búsqueda y Salvamento Acuático. Contenido tentativo del Reglamento para el Servicios de Búsqueda y Salvamento Acuático. Documento en línea. Disponible en: <http://www.rescate.com/menu.html>. Consultado: 2010, Mayo 27
47. Oficina de Relaciones Exteriores y Comercio Gobernación del Estado Sucre (ORECSucre) (2008). Documento en línea. Disponible en: www.orecsucre.com. Consultado: 2009, Junio 24
48. Pérez, Efrén (2008). *Análisis de Estabilidad Relativa. Requisito para la Ocupación...* AGORA. Trujillo. Venezuela ISSN.1316-7790 Año 11 Nº 21. Enero- Junio 2008
49. Petróleos de Venezuela (PDVSA). (2009). *Plataforma Deltana CIGMA. Proyecto Mariscal Sucre.* Documento en línea. Proyecto Ministerio para el Poder Popular de la Energía y Petróleo. Disponible en: http://www.pdvsa.com/index.php?tpl=interface.sp/design/readmenu.tpl.html&newsid_obj_id=574&newsid_temas=99. Consultado: 2009, Marzo 10.

50. _____(PDVSA)(2008). *Código Geológico de Venezuela. Información geocientífica a distancia a la de un click.* Documento en línea. Disponible en: <http://www.pdvsa.com/lexico/>. Consultado: 2008, Junio 12
51. Roitman, Dora (1996). Citado por Nacif Nora Elsa y Pilar Espinoza María en *Vulnerabilidad Sísmica en la Ciudad. Un Desafío a enfrentar en la Planificación Urbana* (20001). Documento en línea. Disponible en: biblios03.tripod.com/vsis.pdf
52. 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.
53. Rodríguez, Jackelín (Comunicación personal, Agosto 4, 2009)
54. Roche Hugo y Vejo Constantino (2005). *Métodos Cuantitativos aplicados a la administración. Material de Apoyo Análisis Multicriterio.*
55. 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
56. Schubert *et al* (1984), Beltrán *et. al* (1994) y Sobiesiak (2002). Citado por Vásquez Raquel en *Aporte de la red sismológica nacional en la evaluación de la amenaza sísmica de Venezuela.* Documento en línea. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, FUNVISIS.
57. Strahler, A. (1974). *Geografía física.* Barcelona, España: OMEGA.

58. 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
59. Souter (1996) y Dowrick (1997). Citado por en Hernández, Mena. *Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas*. Documento en línea. UPC. (2002). Disponible en: <http://www.tdx.cat/TDX-0731102-154531>. Consultado: 2008, Octubre 10
60. United Nations Disaster Relief Organization (UNDRO) (1979). Citado por Cardona A. Omar en *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos*. Documento en línea. Tesis Doctoral. Barcelona, 2001. Disponible en <http://cidbimena.desastres.hn> Consultado: 2008, Noviembre 03
61. Vásquez, Raquel (s.f.). *Aporte de la red sismológica 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 12.
62. Villanueva, Carmen. *Aplicación de sistemas de información geográfica en la determinación de áreas vulnerables a riesgos naturales*. Documento en línea. Instituto Nacional de Defensa Civil. Proyecto: Sistema de Información Geográfica-GEODECI. Lima-Perú. Disponible en: <http://www.crid.or.cr>. Consultado: 2008, Noviembre 03
63. White, Gilbert (1974). Citado por Lavell Allan en *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 LA RED. 1997. Disponible en: <http://www.desenredando.org>. Consultado: 2008, Junio 28.

64. Wilches-Chaux (1989) Citado por Allan Lavell en *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

Anexos

Modelo de Entrevista empleada

Objetivo: obtener información sobre la labor de los organismos de rescate, así como los planes que se están llevando hasta la fecha en el manejo, control y prevención del riesgo sísmico en el estado Sucre.

Determinación de áreas de riesgo sísmico, estado Sucre. Venezuela

Lic. Montezuma Dayana

Nombre de la institución: _____

Nombre del entrevistado: _____

Cargo: _____

1. ¿Cuáles son los municipios que presentaron o presentarían más afectación ante un evento sísmico?

2. ¿Cómo es ejecutada la gestión del riesgo en la región (estado)?

3. ¿Qué planes se manejan para prevenir y mitigar el riesgo?

4. ¿Qué porcentaje de aceptación han tenido los planes ejecutados?

5. ¿Cuál es el municipio donde se ha prestado mayor apoyo con respecto a la concientización de los riesgos en el estado Sucre?

6. ¿Cuál considera que es la mayor vulnerabilidad que presenta el estado Sucre?

Tabla comparativa entre las escalas de Mercalli y Richter

Mercalli	Escala de Richter	Observaciones:
I .-	Hasta 2,5 Instrumental	Sismo débil sólo registrado por sismógrafos.
II.-	2,5 a 3,1 Muy débil	Percibido sólo por personas en reposo.
III.-	3,1 a 3,7 Ligero	Percibido en áreas densamente pobladas por una parte de la población.
IV.-	3,7 a 4,3 Moderado	Sentido por personas en movimiento, algunas personas dormidas se despiertan.
V.-	4,3 a 4,9 Algo fuerte	Sentido en el exterior, se despiertan las personas.
VI.-	4,9 a 5,5 Fuerte	Percibido por todos, caminar inestable, árboles y materiales se agitan por el efecto del sismo.
VII.-	5,5 a 6,1 Muy fuerte	Dificultad para mantenerse en pié, objetos colgantes se caen, se puede producir pequeños derrumbes y deslizamientos.
VIII.-	6,1 a 6,7 Destructivo	Colapso parcial de estructuras, daños considerables en edificios ordinarios.
IX.-	6,7 a 7,3 Ruinoso	Daño considerable en estructuras especialmente construidas, completo colapso de edificaciones y casas, daños generales en los cimientos presas y diques.
X.-	7,3 a 7,9 Desastroso	Destrucción de la mayoría de las edificaciones, derrumbe de puentes, daños serios en presas y embarcaderos.
XI.-	7,9 a 8,4 Muy desastroso	Pocas estructuras quedan en pié fisuras grandes en el terreno.
XII.-	8,4 a 9 Catastrófico	Destrucción total, grandes masas de roca desplazadas, objetos lanzados al aire.

Según la magnitud e intensidad, los efectos se sienten en un radio (Kmts.)

Magnitud Richter	Intensidad Mercalli	Radio Kmts.
2	I - II	0
3	III	15
4	IV	80
5	V - VI	150
6	VII - VIII	220
7	IX - X	400
8	XI	600
9	XII	+ 600

Creación de pesos para indicadores de la amenaza sísmica, método AHP.

	Suelos blandos	Aceleración	# sismos	Licucación
Suelos blandos	1,00	2,00	3,00	3,00
Aceleración	0,50	1,00	2,00	2,00
Número sismos	0,33	0,50	1,00	1,00
Número de eventos de Licuación	0,50	0,50	1,00	1,00
	2,33	4,00	7,00	7,00

Normalizada

	Suelos blandos	Aceleración	# sismos	Licucación	Suma	Pesos
Suelos blandos	0,43	0,50	0,43	0,43	1,79	0,45
Aceleración	0,21	0,25	0,29	0,33	1,08	0,27
Número sismos	0,14	0,13	0,20	0,14	0,61	0,15
Número de eventos de Licuación	0,21	0,13	0,20	0,14	0,68	0,17

Creación de pesos para los indicadores de la vulnerabilidad sísmica, método AHP.

Exposición física

	Densidad Poblacional	Crecimiento Intercensal	Pobreza	ABRAE	Densidad Vial	Centros Educativos	Centros Salud
Densidad Poblacional	1,00	3,00	2,00	5,00	3,00	3,00	3,00
Crecimiento Intercensal	1/3	1,00	2,00	5,00	2,00	2,00	2,00
Pobreza	1/2	1/2	1,00	5,00	3,00	2,00	2,00
ABRAE	1/5	1/5	1/5	1,00	1,00	1,00	1,00
Densidad Vial	1/2	1/3	1/3	1/3	1,00	1,00	1,00
Centros Educativos	1/5	1/3	1/3	1/3	1,00	1,00	1,00
Centros Salud	1/3	1/3	1/3	1/3	1,00	1/3	1,00
	3,07	5,70	6,20	17,00	12,00	10,33	11,00

Normalizada

	Densidad Poblacional	Crecimiento Intercensal	Pobreza	ABRAE	Densidad Vial	Centros Educativos	Centros Salud	Suma	Pesos
Densidad Poblacional	0,33	0,53	0,32	0,29	0,25	0,29	0,27	2,28	0,33
Crecimiento Intercensal	0,11	0,18	0,32	0,29	0,22	0,19	0,18	1,50	0,21
Pobreza	0,16	0,09	0,16	0,29	0,22	0,19	0,18	1,30	0,19
ABRAE	0,07	0,04	0,03	0,06	0,22	0,10	0,09	0,60	0,09
Densidad Vial	0,16	0,06	0,05	0,02	0,08	0,10	0,09	0,57	0,08
Centros Educativos	0,07	0,06	0,05	0,02	0,08	0,10	0,09	0,47	0,07
Centros Salud	0,11	0,06	0,05	0,02	0,08	0,03	0,09	0,45	0,06

Creación de pesos para los indicadores de la vulnerabilidad sísmica, método AHP

Fragilidad Socioeconómica

	Actividades Económicas	Población Desempleada	Índice GINI	Índice de Dependencia
Actividades Económicas	1,00	2,00	2,00	3,00
Población Desempleada	0,50	1,00	3,00	3,00
Índice GINI	0,50	0,33	1,00	2,00
Índice de Dependencia	0,33	0,33	0,50	1,00
	2,33	3,67	6,50	9,00

Normalizada

	Actividades Económicas	Población Desempleada	Índice GINI	Índice de Dependencia	suma	pesos
Actividades Económicas	0,43	0,55	0,31	0,33	1,62	0,40
Población Desempleada	0,21	0,27	0,46	0,33	1,28	0,32
Índice GINI	0,21	0,09	0,15	0,22	0,68	0,17
Índice de Dependencia	0,14	0,09	0,08	0,11	0,42	0,11

Resiliencia

	IDH	Personal de rescate	Instituciones	# Camas
IDH	1,00	2,00	2,00	2,00
Personal de rescate	0,50	1,00	2,00	1,00
Instituciones	0,50	0,50	1,00	1,00
# Camas	0,5	0,5	1	1
	2,50	4,00	6,00	5,00

Normalizada

	IDH	Personal de rescate	Instituciones	# Camas	Suma	Pesos
IDH	0,40	0,50	0,33	0,40	1,63	0,41
Personal de rescate	0,20	0,25	0,33	0,20	0,98	0,25
Instituciones	0,2	0,125	0,17	0,2	0,69	0,17
# Camas	0,20	0,13	0,17	0,20	0,69	0,17