

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL CON FINES DE GESTIÓN DE RIESGO EN LAS CIUDADES DE GUARENAS Y GUATIRE, ESTADO MIRANDA, VENEZUELA

FERNANDO GUASCH¹, LUZ RODRÍGUEZ², IBIA VEGA¹, CECILIO MORALES², MICHAEL SCHMITZ², CHANTAL MIRÓ²,
HERWART VIETE², FABIÁN RADA², MORALIS GONZÁLEZ², FERMÍN NODA², EDUIN AMARIS²

¹ Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas - CENAIS, Cuba

² Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS, Prolongación Calle Mara,
Quinta FUNVISIS, Urbanización El Llanito, Caracas, Venezuela
E-mail: fguasch@cenais.ciges.inf.cu ¹ lrodriguez@funvisis.gob.ve ²

Recibido: octubre de 2009

Recibido en forma final revisado: julio de 2011

RESUMEN

Las ciudades de Guarenas y Guatire conforman áreas de potencial crecimiento urbano y por su cercanía a la ciudad de Caracas, se han convertido en la zona de expansión más cercana de la región capital. Estas ciudades se encuentran asentadas sobre una depresión, constituida por sedimentos plio-cuaternarios con espesores promedios en el orden de 200 a 300 m, y están sometidas de un moderado a un alto nivel de amenaza sísmica por encontrarse situadas muy cerca del cinturón de deformación correspondiente a las placas Caribe y Suramericana. En el marco del proyecto de Microzonificación Sísmica para la Planificación Urbana y la Gestión local de Riesgo en las ciudades de los Ejes de Desarrollo: Caso Piloto Guarenas y Guatire, y en el marco del Convenio Cuba-Venezuela, con la coordinación de FUNVISIS y CENAIS, se realizó un estudio sobre el diagnóstico situacional con fines de gestión de riesgo de estos centros urbanos. Como resultado se obtuvo un mapa que sectoriza el riesgo en alto, medio y bajo. El mismo se logró a partir de la integración de estudios geológicos, geofísicos y estudios de vulnerabilidad; considerando los fondos habitacionales, los sistemas básicos, las líneas vitales y la fragilidad ambiental. Los resultados obtenidos constituyen la base para la posterior evaluación detallada de las unidades habitacionales, así como la delimitación de los sectores que, por su grado de vulnerabilidad, están expuestos a las amenazas geológicas y sísmicas analizadas.

Palabras clave: Amenaza sísmica, Riesgo, Diagnóstico situacional.

SITUATIONAL DIAGNOSTICS WITH THE AIM OF RISK ADMINISTRATION IN THE CITIES OF GUARENAS AND GUATIRE, MIRANDA STATE, VENEZUELA

ABSTRACT

The cities of Guarenas and Guatire conform areas of urban potential growth and for their proximity to the city of Caracas, hence they has become the area of expansion nearest the capital region. These cities are seated on a depression, constituted by plio-quadernary sediments with thickness averages in the order from 200 to 300m, and are exposed to seismic level threats ranging from moderate to high due to being located veer near the deformation belt appertaining to the Caribbean and South American plates. Within the framework of the research-project “Seismic Microzoning for Urban Planning and local risk performance in the cities of the stage development: Guarenas and Guatire pilot case”, and within the Cuba–Venezuela Agreement, coordinated by FUNVISIS and CENAIS, a study was carried out on the situational diagnostic, with purpose of analyzing the risk performance of these urban centers. As a result, a map was obtained; it divides the risk into sectors from low, medium to high. The map was obtained as result of the combination of geological, geophysical and vulnerability studies taking into account tract housing, basic systems, vital lines and environment fragility. The results obtained constitute the basis for further detailed evaluation of the houses as well as the demarcation of sectors which by their degree of vulnerability, are exposed analyzed geological and seismic threats.

Keywords: Seismic threat, Risk, Situational diagnostic.

INTRODUCCIÓN

El estudio de diagnóstico situacional con fines de gestión de riesgo, se realizó en las poblaciones de Guarenas (municipios Plaza) y Guatire (municipio Zamora), estado Miranda, ciudades en pleno crecimiento ubicadas al este de Caracas (Figura 1). Este estudio se apoya en el análisis de la memoria histórica y contextualización de la dinámica del escenario en el tiempo, evaluando el cumplimiento de las exigencias establecidas en las normas de construcción, las regulaciones urbanísticas y medioambientales, los criterios de ordenamiento, planificación y uso del suelo, y de criterios de expertos para condiciones geológicas y geofísicas típicas (Guasch, 2006).

La presente investigación está inserta dentro del proyecto de Microzonificación Sísmica para la Planificación Urbana y la Gestión Local del Riesgo en las ciudades de los Ejes de Desarrollo: caso piloto Guarenas y Guatire; en el marco del convenio Cuba-Venezuela, con la coordinación de FUNVISIS y CENAIS.

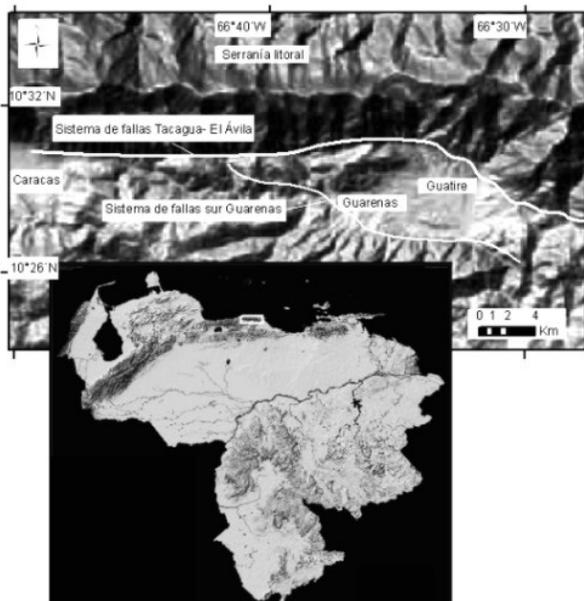


Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio, poblaciones de Guarenas y Guatire, estado Miranda, región Centro-norte de Venezuela (Modificado de Garrity *et al.* 2004).

El diagnóstico situacional, se realizó mediante el cruce de datos obtenidos de estudios geológicos, geofísicos y estudios de vulnerabilidad, teniendo presente: 1) la amenaza sísmica y 2) el grado de vulnerabilidad al que están expuestas ambas poblaciones. Para ello se realizó una caracterización de los sub escenarios o los escenarios de riesgo, considerando que la zona de estudio es altamente antropizada, en la cual se busca determinar el peligro latente, con la finalidad de orientar adecuadamente las evaluaciones de riesgos

específicos y así garantizar la proyección de una estrategia de gestión y administración de los riesgos, dirigido a la prevención de situaciones de emergencias y/o desastres.

Cruzando el inventario de datos recopilados en función del crecimiento de las dos poblaciones, más las vulnerabilidades encontradas, teniendo como escenario el peligro sísmico que, a su vez, se concatena con otras amenazas, como son deslizamientos y suelos potencialmente licuables, se obtiene entonces de forma preliminar un pronóstico del nivel de riesgo, separado por zonas (mayor, medio y menor riesgo) y cubre ambas poblaciones en estudio. La delimitación de los niveles de riesgo constituye la base para realizar posteriores estudios detallados de las unidades habitacionales.

METODOLOGÍA

Para elaborar el esquema pronóstico del riesgo, en el caso piloto correspondiente a las ciudades de Guarenas y Guatire, se trabajó en paralelo en varias líneas de investigación, para luego cruzar los resultados y poder definir esquemas de riesgo:

a) En los estudios geológicos el objetivo se concentró en identificar las geofuentes de amenaza: 1) amenaza principal sísmica; 2) amenazas secundarias concatenadas: deslizamientos y colapso de suelos por efecto de licuación. Para ello fue necesario hacer una revisión de los estudios geológicos previos, encontrándose que el primer mapa geológico de esta cuenca fue realizado por Hess & Dengo (1949). Otros autores como: Aguerrevere & Zuloaga (1938); Werhman (1972); Urbani *et al.* (1989a, 1989b); Urbani (2002); Urbani & Rodríguez (2004) estudiaron las rocas que forman el precuaternario, constituidas por las rocas ígneo-metamórficas de la Asociación metamórfica Ávila, y a la Asociación metasedimentaria Caracas, éstas conforman el basamento y bordean la cuenca. Estudios recientes en la misma por Singer *et al.* (2008), Miro & Viète (2009) y Rodríguez *et al.* (inédito), realizaron la cartografía de las unidades cuaternarias e identificaron las evidencias de deformación por la actividad tectónica reciente de los sistema de fallas Ávila en el norte y el sistema de fallas Guarenas al sur.

Por otra parte con el apoyo de fotografías aéreas (misión 172, año 1961, escala 1:50.000, del Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar (I.G.V.S.B), se buscó en primer lugar identificar a lo largo de la planicie de inundación del río Guarenas, las áreas posibles a licuar en caso de un evento sísmico de considerable magnitud ≥ 5 Mw, y donde se están desarrollando urbanismos sin tomar en cuenta las amenazas a las que están expuestos; en segundo lugar, se identificaron cicatrices antiguas de deslizamientos y zonas susceptibles, particularmente en las laderas del sur de la cuenca en la cual

hay concentración de población. Finalmente, se realizó una búsqueda de los sismos históricos que han causado daños en Guarenas y Guatire, teniendo presente la fuente sismogénica que los generó. A pesar de que la cuenca estudiada está limitada por dos fallas activas, la fuente sismogénica que representa mayor amenaza es el sistema de Fallas de San Sebastián, el mismo forma parte del límite entre las placas Caribe y Suramerica, siendo este accidente el responsable de importantes sismos históricos que han afectado a Guarenas y Guatire.

b) En los estudios geofísicos, para conocer las características de forma y profundidad de los sedimentos que rellenan la cuenca de Guarenas-Guatire, se emplearon mediciones puntuales de ruido ambiental (Nakamura, 1989) y gravimetría en un mallado de unos 300 km² aproximadamente, separados equidistantemente entre sí a 300 m. Por otro lado, para conocer las condiciones someras y locales de los sedimentos que rellenan la cuenca, se adquirieron perfiles de refracción sísmica, de los cuales se obtiene los promedios de las velocidades de propagación de las ondas P y S hasta los primeros 30 m, obteniéndose principalmente el promedio Vs30. Para obtener un mapa Vs30 más extenso de la zona de estudio, se aplicó una metodología de aproximación Vs30 a partir de las pendientes topográficas del área de estudio (Allen & Wald, 2007).

En la evaluación de la vulnerabilidad tanto en Guarenas como Guatire se trabajó en la revisión de: 1) los fondos habitacionales (urbanizaciones, barrios y zonas informales); 2) sistemas básicos (salud, educación, servicios, consejos comunales); 3) Líneas vitales (agua, electricidad, comunicaciones, transporte); 4) Fragilidad ambiental (elementos de agua, aire y suelo).

Para la evaluación de cada uno de estos aspectos se requirió la realización de reuniones con los consejos comunales, los entes gubernamentales y privados, además fue necesario realizar inspecciones, en las cuales se definía: la ubicación espacial, sistema constructivo predominante, año de proyección y de construcción, número de niveles de las edificaciones, uso, número aproximado de edificaciones, estado técnico actual, identificando patologías de las edificaciones y vías de acceso, localización de documentación técnica para realizar el análisis de vulnerabilidad estructural, utilización en proyecto de la norma COVENIN 1756-98- Rev. 2001, edificaciones sismorresistentes, identificación de evidencias de transformaciones incontroladas realizadas a las edificaciones originales (ampliaciones en planta y altura, remodelaciones, reconstrucción), que atenten contra su seguridad estructural; posible ocurrencia en el área de un siniestro geotécnico en el entramado vial, áreas exteriores y vías de evacuación, así como también revisión en la

asistencia de señalizaciones para evacuación en casos de emergencias y desastres, identificación de posibles factores organizacionales, funcionales y sociales que incrementen la vulnerabilidad y finalmente obtención de evidencias fotográficas de las muestras estudiadas.

La integración mediante un sistema de información geográfica (GIS) de los datos, a partir de las disciplinas geología, geofísica y estudios de vulnerabilidad, permite cruzar la información, que facilita la identificación de zonas con mayor o menor grado de amenaza y vulnerabilidad, permitiendo así elaborar un mapa que presenta un esquema pronóstico con tres niveles de riesgo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los estudios geológicos

Teniendo el peligro sísmico como escenario, además de identificar las geofuentes de amenaza, se tomó en consideración las características geológicas de las unidades cuaternarias y precuaternarias que conforman la depresión donde se encuentran asentadas las poblaciones de Guarenas y Guatire. Los sedimentos plio-cuaternarios que rellenan esta depresión, están conformados por depósitos de aludes torrenciales, rampas de explayamientos abanicos aluviales entre otros. En la figura 2, se presenta un mapa que identifica las unidades plio-cuaternarias que conforman la cuenca. Cuando ocurre un evento sísmico las edificaciones construidas sobre roca firme tienen un comportamiento distinto a las que se construyen sobre cuencas como es el caso en estudio donde se encuentran grandes espesores de sedimento. Esta depresión además, está limitada por las fallas, al norte falla El Ávila y al sur la falla Guarenas, ambas con evidencias de actividad tectónica reciente (Singer *et al.* 2008, Miro & Viete 2009) (Figura 2), sin embargo no son las que representan la mayor amenaza, ya que es la falla de San Sebastián la que genera sismos de mayor magnitud (7 a 7,5) y con periodos de retorno más cortos (± 390), de acuerdo a Audemard *et al.* (2000). Este accidente se encuentra ubicado al norte del estado Vargas, costa afuera en su mayor extensión.

Las fallas Ávila y Guarenas, su periodo de retorno esta en el orden de 3200-3500 años y son capaces de generar sismos de magnitud entre (5 y 6,9) (Singer *et al.* 2008, Rodríguez *et al.* (inédito), en comparación con el sistema de fallas de San Sebastián la amenaza es baja, no obstante, como falla de sitio representa un alta amenaza.

A nivel histórico se menciona la ocurrencia de daños en la zona de estudio, con los sismos ocurridos en las siguientes fechas: 11/06/1641, 21/10/1766, 26/03/1812, 29/10/1900 y

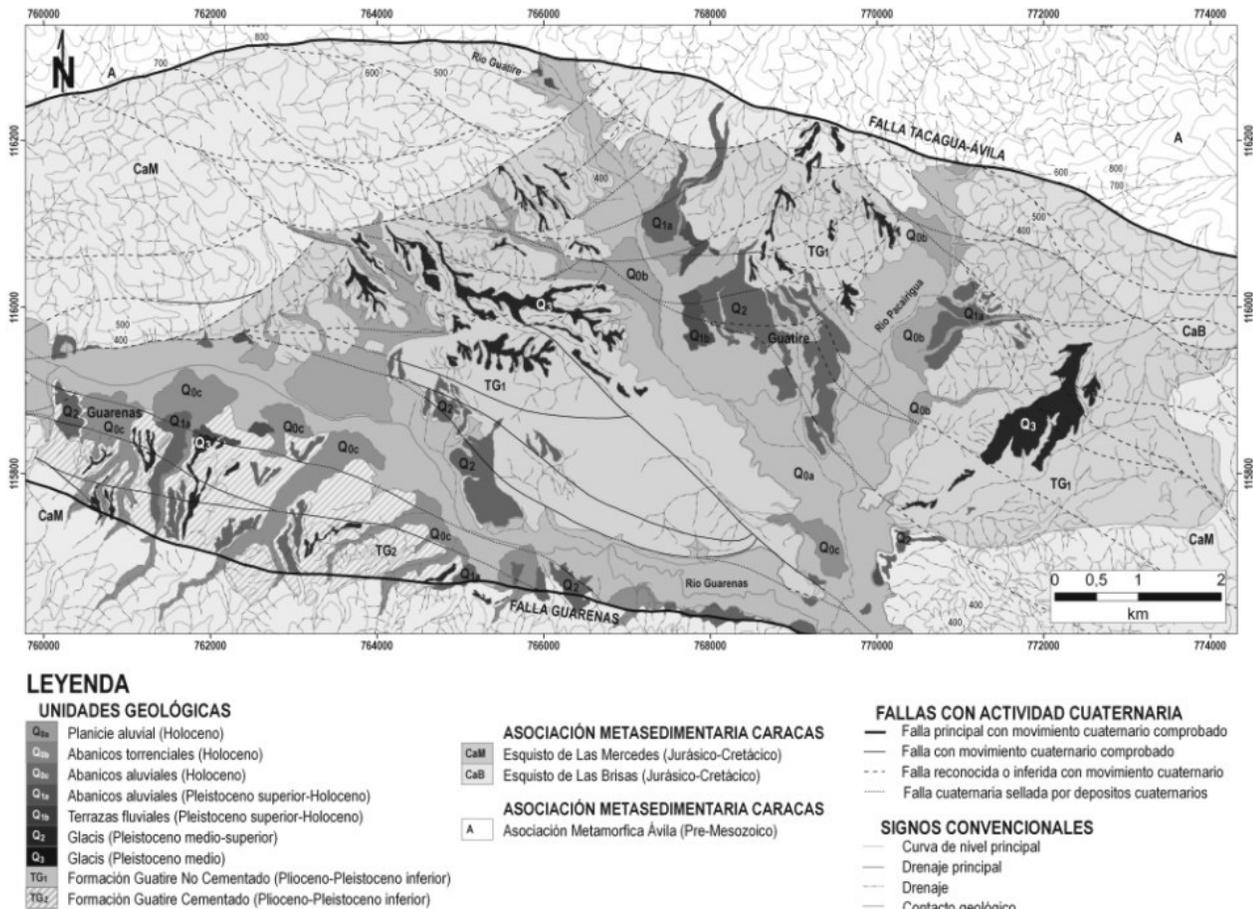


Figura 2. Mapa de unidades geológicas y fallamiento activo de la cuenca Guarenas-Guatire (Fuente: Miro y Viete, 2009).

29/07/1967 (Centeno 1969, Grases *et al.* 1999). El sismo del 21/10/1766, su epicentro está ubicado en el oriente del país, se considera que su magnitud es mayor a 7, debido al número de daños reportados en el centro y principalmente en el oriente del país. En los demás eventos, se ha estimado como fuente generadora a la falla de San Sebastián, encontrándose en las referencias históricas que el sismo más devastador en Guarenas y Guatire es el sismo ocurrido en 1900, además de los daños estructurales en las viviendas e iglesias, se hace referencia al efecto geológico cosísmico “manifestación del fenómeno de licuación de sedimentos” en la zona de Guatire (Grases *et al.* 1999; Milano, 2006).

Con la ocurrencia de un evento sísmico se concatenan otras amenazas como son los deslizamientos y suelos que colapsan por el fenómeno de licuación. Los urbanismos asentados y en actual construcción en la planicie de inundación del río Guarenas, se encuentran sobre antiguos meandros del río, áreas que inicialmente fueron saques de arena y que con el tiempo se convirtieron en lagunas (Figura 3). Pero debido a la necesidad de crecimiento, estas zonas han sido ocupadas, y además de ser susceptibles a licuar, están sujetas a inundación, porque el río Guarenas es el que recoge

las aguas de las microcuencas ubicadas al sur y oeste de la depresión donde se ubican estas poblaciones. En el río El Ingenio, ocurre similar situación, se ha invadido las planicies de inundación, con urbanismos que ya comenzaron a ser afectados, como ocurrió con la urbanización Palo Alto en las lluvias ocurridas en el año 2008.

Los deslizamientos son otras de las amenazas concatenadas que suelen presentarse cuando ocurre un evento sísmico. Parte del casco histórico de Guarenas se encuentra ubicado en ladera susceptible a deslizarse y las cicatrices de deslizamiento al este de Guatire, se encuentran ocupadas por viviendas informales; zonas donde no ha sido necesario un evento sísmico para que las viviendas presenten grietas, algunas con afectación considerable.

El estudio de las geofuentes de amenaza, en las poblaciones de Guarenas y Guatire (Figura 4), es una pieza más del rompecabezas, es un aporte para poder realizar diagnósticos situacionales.

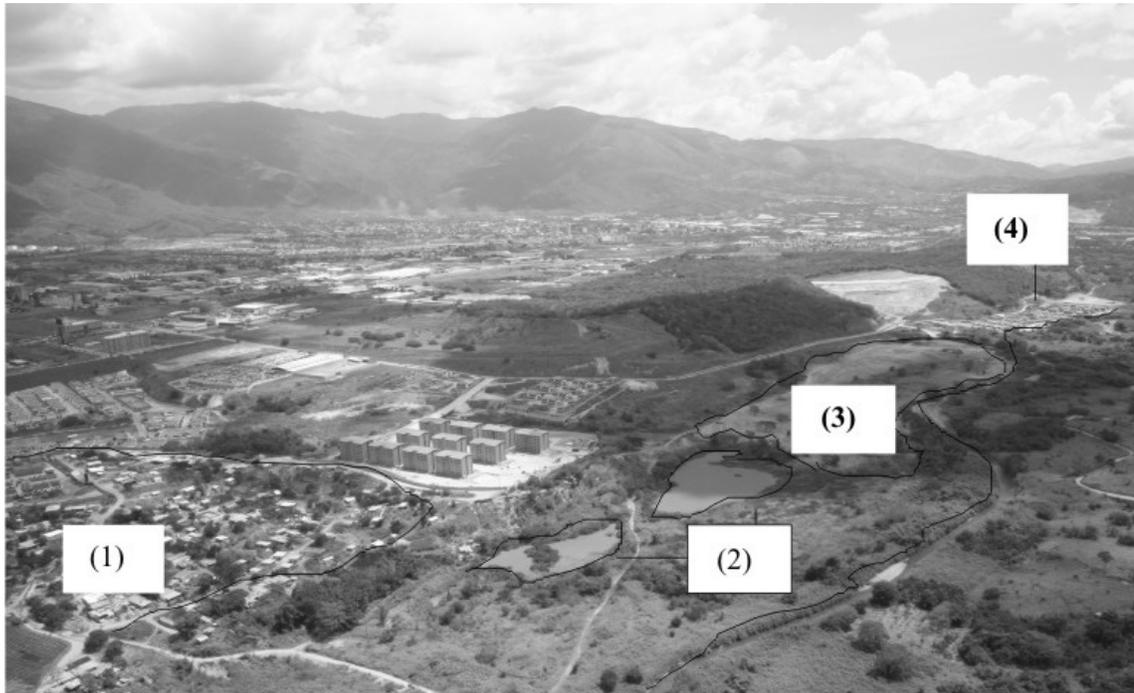


Figura 3. Guatire en crecimiento, panorámica, tomada desde la ladera sur, se muestra parte del valle de inundación del río Guarenas, (1) antiguos saques de arena convertidos en urbanismos, (2) evidencia de lagunas, zonas susceptibles al fenómeno de licuación. (3) Movimiento de tierra para próximos urbanismos. (4) Urbanismo.

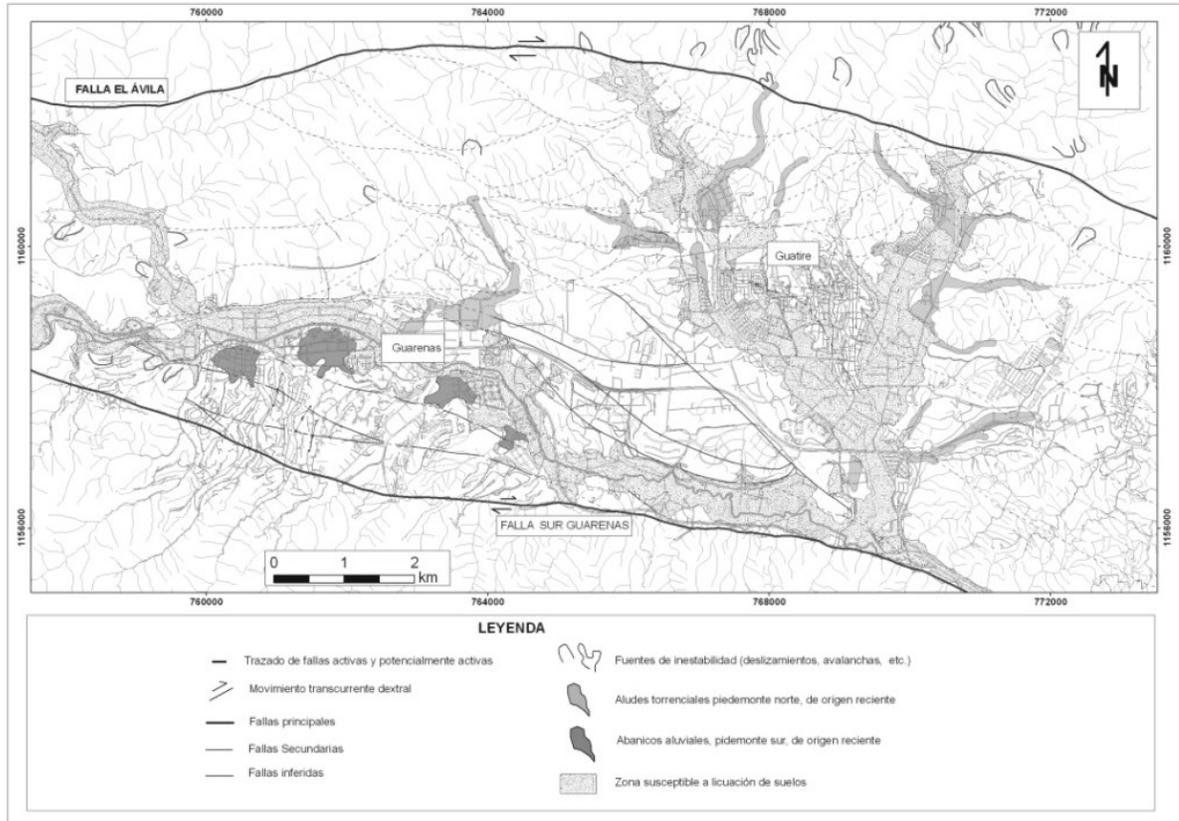


Figura 4. Mapa de geofuentes de amenazas en Guarenas y Guatire (Fuente: Singer *et al.* (2008), modificado a fines de esta investigación).

De los estudios geofísicos

A partir de los resultados obtenidos con los métodos de ruido sísmico ambiental, gravimétricos y de refracción sísmica, se caracterizó la distribución de espesores de sedimentos que recubren el basamento rocoso, los cuales se estimaron entre 200 a 300 m (Hecht, 2004; Rodríguez, 2006; Amarís, 2006 y Noda *et al.* 2009), así como también se evaluaron los parámetros de velocidades de ondas primarias y ondas de corte para los primeros 30 m. Los resultados obtenidos se integraron mediante el apoyo de un SIG, delimitando las microzonas preliminares de Guarenas y Guatire (Figura 5). Se tomó como valor de amenaza sísmica, para toda el área de estudio, el valor característico calculado para la ciudad de Caracas (0,28 g) (Schmitz *et al.* 2009). Para diferenciar las microzonas, se utilizó, en analogía al estudio desarrollado en Caracas, el espesor de sedimentos obtenidos por modelados gravimétricos y estimados basados en el mapa de períodos predominantes de vibración del suelo (Noda *et al.* 2009), y la calidad del suelo en los estratos someros, para el cual se empleó el mapa Vs30, obtenido a partir de las pendientes topográficas siguiendo la metodología propuesta por Allen y Wald (2007).

Con la información proyectada bajo un mismo sistema de referencia, se seleccionaron los mismos grupos característi-

cos de respuesta local del suelo utilizados en el Proyecto de Microzonificación de Caracas (Schmitz *et al.* 2009 y Hernández *et al.* 2009). Los grupos seleccionados se muestran a continuación:

- Velocidades de ondas de corte en los primeros 30 m de espesor, considerando los siguientes rangos entre: <185 m/s, 185-325 m/s y >325 m/s, con base en la estructura de Vs30 por topografía, con su respectiva calibración con los resultados de los tendidos sísmicos.
- Espesor de sedimentos calculados entre los rangos <60 m, entre 60 y 120 m, entre 120 y 220 m y para >220 m de espesor.
- La amenaza se tomó como valor de 0,28 g.
- Características geológicas.

Como resultado se obtuvieron un total de 13 microzonas de igual respuesta sísmica que cubren la depresión de Guarenas y Guatire (Figura 5), que reflejan el mayor espesor de sedimentos en la cuenca de Guatire al este, y poca variabilidad de la calidad del suelo superficial dentro de los diferentes rangos de espesores de sedimentos.

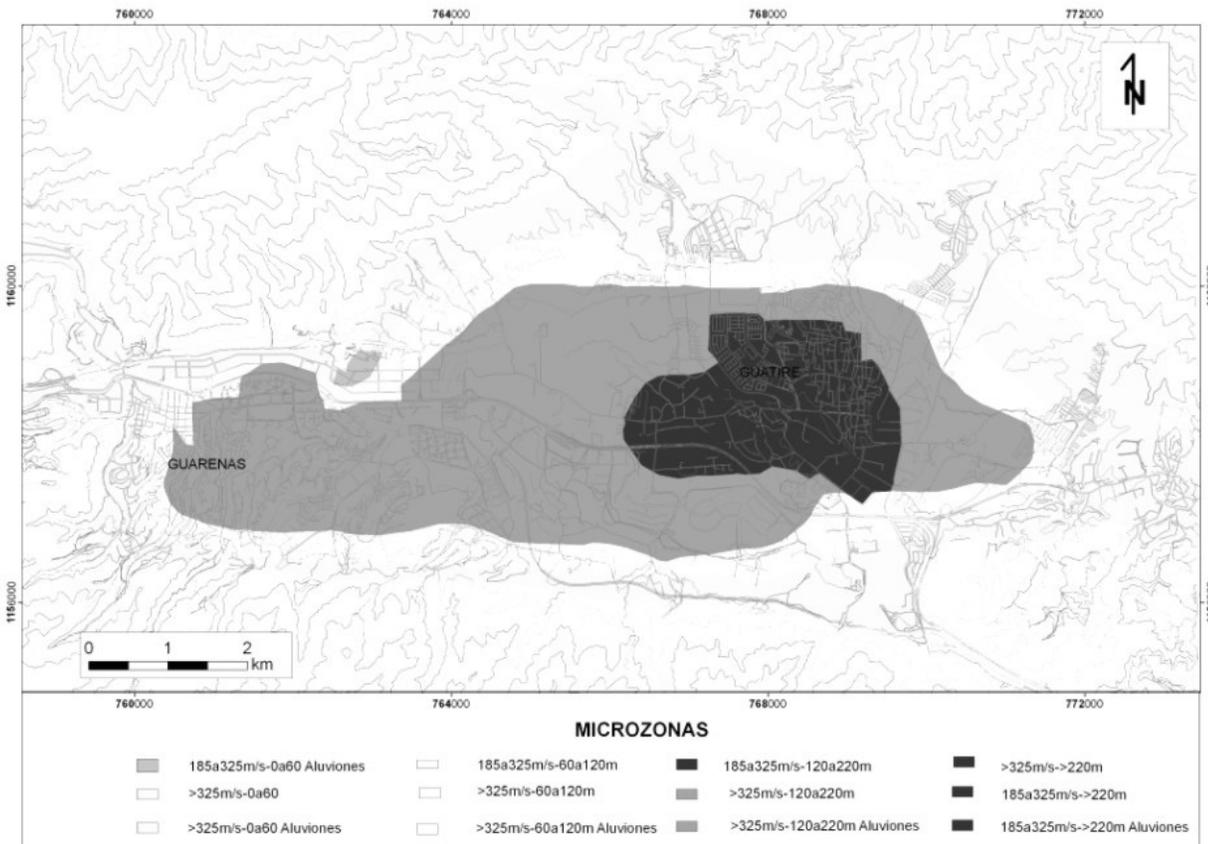


Figura 5. Mapa preliminar de microzonas de la cuenca Guarenas-Guatire (Fuente: González *et al.* 2009).

Estudio de las vulnerabilidades

Dentro del contexto del diagnóstico situacional, se realizó la evaluación cualitativa de la vulnerabilidad del fondo habitacional, que precede la evaluación de la vulnerabilidad estructural realizada en una fase posterior del estudio. Se prestó especial énfasis a los siguientes rubros: fondo habitacional (urbanizaciones, barrios, sectores rurales, zonas informales), sistemas básicos (salud, educación, servicios, consejos comunales), líneas vitales (agua, electricidad, comunicaciones, transporte) y fragilidad ambiental (elementos de agua, aire y suelo). Se identificaron distintos factores conducentes a la vulnerabilidad física, entre los cuales cabe mencionar: ubicación física, tipología y estado técnico, modificaciones y ampliaciones incontroladas a los proyectos originales y violación de las regulaciones técnicas constructivas establecidas por la Norma Sismorresistente. Se obtuvo que el mayor número de factores que incrementan la vulnerabilidad del fondo habitacional se concentra en: barrios (consolidados e invasiones), cascos central o histórico (de ambos municipios), urbanizaciones construidas sin los criterios sísmicos actuales, conjuntos residenciales con crecimiento incontrolado, con gran deterioro de su estado técnico constructivo y/o de reciente construcción con marcadas patologías por errores del proceso constructivo.

Municipio Zamora: El municipio Zamora está constituido por las parroquias Guatire, la cual cuenta en su estructura urbana con el Casco histórico o central, 22 urbanizaciones, 20 barrios; y la parroquia Bolívar cuyo núcleo principal es el poblado de Araira. Las urbanizaciones están conformadas a su vez por diferentes Conjuntos Residenciales (CR) divididos por sectores.

Se visitaron las 22 urbanizaciones obteniéndose una muestra de todos los sistemas constructivos presentes en esta municipalidad, así como de las principales patologías y factores conducentes a vulnerabilidades generadas fundamentalmente por el accionar de los pobladores.

Varias urbanizaciones presentan un alto grado de vulnerabilidad física, debido a las transformaciones constructivas inadecuadas que se han cometido en algunos de sus conjuntos residenciales por parte de los propietarios, las cuales varían la respuesta del sistema original y constituyen debilidades del sistema constructivo. Este análisis debe ser previsto en el estudio específico del riesgo sísmico. Dichas urbanizaciones y sus correspondientes CR más vulnerables son:

- Urbanización La Rosa (CR La Campiña, Vista Rosa, Rosa Blanca, Puerta del Bosque y Colinas de Guatire)
- Urbanización Castillejo (CR Mucuchies, Villas del Cami-

no, El Torreón, El Pórtico, El Viñedo y La Esperanza)

- Urbanización El Ingenio (CR Villa del Ingenio, Conjunto VTV, Los Naranjos del Ingenio)
- Urbanización Valle Arriba (CR Country Villas, Viena, Los Chaguaramos, Ginebra Este y Ginebra Oeste)
- Urbanización Villa Heroica
- Urbanización Valles de Guatire

Fueron identificados también algunos barrios en esta municipalidad que presentan problemáticas asociadas con la incorrecta ubicación física de las viviendas, empleo de sistemas y técnicas de construcción inadecuadas, empleo de materiales de construcción de mala calidad, errores constructivos, violación de las disposiciones técnicas sismorresistentes especificadas en las normas (detallado de refuerzos, secciones de elementos estructurales), falta de control y de asesoría técnica para la ejecución de las viviendas; las cuales, unidas al hecho de estar clasificadas como áreas críticas por parte de Protección Civil, definen que estos barrios tengan un alto grado de vulnerabilidad y riesgo sísmico.

Dichos barrios son: El Rodeo, Las Casitas, Vinagrera, Quemáito, Barrio Sojo, Barrancas, Barrio Guaya, Asonaraín, Sector Care, Valle Verde, El Calao, La Candelaria y El Desvío.

Municipio Plaza: cuenta en su estructura urbana con el Casco histórico o central, 28 urbanizaciones, 41 barrios urbanos, 2 sectores rurales y 2 sectores de invasiones identificados. Se caracteriza por el predominio de la cantidad de barrios sobre las urbanizaciones. Se visitaron 26 urbanizaciones, 17 barrios urbanos, 2 áreas de invasión y las dos zonas rurales existentes, por lo que se ha obtenido una muestra bastante representativa de todos los sistemas constructivos presentes en esta municipalidad, así como de las principales patologías y factores conducentes a vulnerabilidades generados fundamentalmente por el accionar de los pobladores.

Fueron identificadas varias urbanizaciones con alto grado de vulnerabilidad física, valorada de forma cualitativa sobre la base de las mismas problemáticas descritas para el municipio Zamora, las cuales son: Los Naranjos, Conjunto Residencial Mi Casa, Nueva Casarapa, Los Girasoles, Terrazas de Vicente Emilio Sojo, Terrazas del Este, Altos de Copacabana, Trapichito, Casitas de Aconcagua, Oropeza Castillo (Bloques 14 y 19) y Ruiz Pineda.

Igualmente en todos los barrios existentes, se identificaron

problemáticas similares a las del municipio Zamora, las cuales determinan que existe un alto grado de vulnerabilidad física. No obstante, esta situación es mucho más crítica en los barrios Zulia, Santa Bárbara, La Hoyada, Gueime, La Montañita, Ciudad Perdida, Las Palmas, Quebrada del Oro, El Mamón, El Nazareno, Zumba, Sector Tocarón y Barrio Bolívar, además de las invasiones Araguaey y 19 de Abril.

Resultan comunes a ambos municipios, las siguientes problemáticas que deben tomarse en cuenta en el estudio específico de riesgo sísmico:

Existen evidencias de violaciones de los requerimientos constructivos establecidos en las normativas vigentes en las urbanizaciones, entre los que se pueden mencionar: inadecuada conexión o amarre entre elementos estructurales de las edificaciones originales con las anexadas, violación de la separación mínima entre edificaciones adyacentes, diferencias de niveles de pisos entre edificaciones adyacentes, discontinuidad y asimetría de los elementos estructurales y no estructurales, secciones inadecuadas en elementos estructurales, mala calidad de materiales de construcción, detallado inadecuado de los aceros, falta de amarre entre las paredes de mampostería divisorias y de cierre con los elementos estructurales (columnas), sellado de las juntas antisísmicas con los elementos de acabado exteriores.

El Casco Central de ambos municipios se caracteriza por presentar un conjunto de elementos y situaciones en su estructura urbana que condicionan el hecho de que hoy en día presenta un elevado índice de vulnerabilidad y riesgo sísmico, relacionados estos con el mal estado técnico de sus construcciones, antigüedad, violación de disposiciones constructivas establecidas, entre otros.

Las ampliaciones y transformaciones realizadas a los sistemas originales como son la rotura de losas de entrepisos y cubierta, adosamiento y empotramiento de columnas y vigas a sistemas de muros de hormigón, adición de niveles estructurales, han traído por consecuencia que hoy en día se reportan en varias viviendas asentamientos y agrietamientos en pisos, agrietamiento en las uniones de los muros y losas, agrietamiento de los muros.

A partir de todo el análisis realizado podemos significar que el mayor número de factores que incrementan la vulnerabilidad del fondo habitacional de estos municipios, se concentra en orden descendente en:

- Barrios, tanto en los consolidados como en las invasiones

- Cascos central o histórico de ambos municipios
- Urbanizaciones y Conjuntos Residenciales con crecimiento incontrolado
- Urbanizaciones construidas sin considerar en sus proyectos los criterios sismorresistentes actuales
- Conjuntos residenciales y urbanizaciones con gran deterioro de su estado técnico actual
- Conjuntos residenciales y urbanizaciones de reciente construcción con marcadas patologías por errores del proceso constructivo

Vulnerabilidad de los Sistemas Básicos

Sistema de Salud

El sistema de salud de cualquier territorio constituye uno de los sistemas con mayor responsabilidad para responder a situaciones de desastres o emergencias, generadas por amenazas naturales o antrópicas; razón por la cual, la tarea consistió en identificar los principales componentes de este sistema en ambos municipios estudiados, con el propósito de diagnosticar de manera preliminar su capacidad para responder a una situación emergente generada en este caso por un sismo. Se identificaron cinco estructuras de salud en los dos municipios, cada una de ellas con sus correspondientes instalaciones responsables de la atención de salud a la población, las cuales son:

- Instalaciones de Salud de la Alcaldía de Zamora: Ambulatorio El Ingenio, Ambulatorio Las Barrancas, Ambulatorio Dr. José Rubino Pinto, Odontológico La Rosa y Consultorio No. 8 La Rosa.

- Instalaciones de la Corporación Bolivariana de Salud. Distrito Sanitario No. 3 Municipios Plaza y Zamora.

Parroquia Guarenas: Medicentro Los Naranjos, Ambulatorio Ruiz Pineda, Ambulatorio La Comunidad “Martín Vera”, Ambulatorio Ochoa, Hospitalito de Guarenas “Francisco Rafael García”, Ambulatorio de Guacarapa “Luis Salazar” y los Ambulatorios Las Clavellinas, Vista Hermosa y El Cercado.

Parroquia Guatire: Ambulatorio “Eugenio P. Bellard”, Hospital General Guarenas-Guatire.

Parroquia Bolívar: Ambulatorio de Araira “Almirante Brión”.

Instalación del Instituto Nacional del Seguro Social: Hospital del Seguro Social Guarenas.

Consultorios de Sistema Barrio Adentro, que cubre toda el área de salud de Plaza.

Clínicas privadas.

Como principales generalidades detectadas en todas estas instalaciones se tienen:

- Ninguna de las estructuras de salud identificadas ni sus instalaciones visitadas, considera a los sismos como potenciales amenazas, que le generarían situaciones emergentes o de crisis en su funcionamiento y respuesta
- No cuentan con Planes de Emergencias para situaciones de riesgo
- Las estructuras de salud existentes en estos municipios no funcionan como un sistema único de respuesta, ni siquiera en condiciones normales de trabajo. Por tanto no podrán funcionar como tal ante situaciones de desastres
- Muchas de las instalaciones visitadas presentan deterioros de su estado técnico que limita la prestación de servicios de salud
- El personal médico del sector no se encuentra preparado para enfrentar situaciones de desastres
- Existe un nivel de incertidumbre alto sobre la seguridad sísmica estructural de las principales instalaciones de salud
- Se considera que el sistema de salud de estos municipios no se encuentra preparado para enfrentar una situación de desastres generada por un sismo

Sistema de Educación

Para realizar un diagnóstico del sistema educacional de estos municipios para enfrentar emergencias y desastres generadas por terremotos, identificamos los principales centros educacionales y sus respectivos niveles. Así obtuvimos un registro de cada uno de ellos pertenecientes a los niveles Nacional, Estatal, Municipal y centros privados. De estos centros se inspeccionaron un total de 25 centros, obteniendo como conclusión parcial de este diagnóstico lo siguiente:

- En algunos de los planes de emergencias que tienen estos planteles, no se considera al sismo como una de las posibles amenazas naturales presentes en las municipalida-

des. Por tanto los planes existentes no son adecuados

- No cuentan con estudios específicos de vulnerabilidad que dictaminen la seguridad estructural de las edificaciones
- En las inspecciones realizadas se detectaron patologías constructivas y deterioro del estado técnico en muchas de las instalaciones
- Existe muy poca preparación en los temas de emergencias sísmicas, tanto en los directivos y maestros como en los alumnos en todos los niveles de enseñanza
- La mayoría de las instalaciones de educación que pertenecen al sector privado radican en locales adaptados con disímiles ampliaciones y transformaciones sin control técnico, lo cual incrementa su grado de vulnerabilidad

Vulnerabilidad de las Líneas Vitales

Sistema de Abasto de agua

Para los municipios Plaza y Zamora, en Guatire existe una sede de Hidrocapital (Operadora de Acueductos del Distrito Capital y Estados de Miranda y Vargas), que es una filial de Hidroven. Se analizaron las características y estructura del Sistema Fajardo, identificando los tipos de fuentes, tratamientos, traslados a través de tuberías, tanques de almacenamiento y rebombeo hasta la distribución hacia los consumidores. Mediante la revisión documental y el trabajo con los especialistas del sistema, fueron identificados y analizados los principales componentes del sistema y sus elementos, los cuales son:

Aducción Taguaza-Quebrada Seca, Salida Tanque Encrucijada-Taoro, Alimentador Quebrada Seca Terminal, Distribuidor LAGOVEN, Distribuidor Las Rosas, Distribuidor CARE, Estación de Bombeo Guarenas 1, Guarenas-Distrito Oropeza, Distribuidor Los Naranjos, Distribución programada Las Clavellinas-Guarenas, La Guarita, Distribuidor La Guarita 2, Distribución Oeste Guarenas, Cupo y Acueducto de Araira.

La metodología de investigación empleada en este diagnóstico, buscó determinar el nivel de vulnerabilidad del sistema ante situaciones críticas impuestas por factores externos al mismo. Por tal razón, los puntos de vistas tomados en cuenta en este estudio se basaron en la modelación crítica, no de un sistema funcional simple, sino bajo los atributos de un sistema seguro y capaz de asimilar las amenazas que generan fenómenos naturales, como los son los sismos. De modo general se presentan los resultados de este sistema:

- Una interpretación del sistema organizacional refleja que la principal fuente de abasto en el Sistema Fajardo, lo constituye el embalse Taguaza y como puntos críticos o definitorios pueden considerarse a la Estación Alimentadora de Quebrada Seca y LAGOVEN en Guatire, la Estación de bombeo de Guarenas 1 y los puntos de cloración que poseen cilindros de 2000 lb. de este gas letal.
- Un análisis funcional refleja que el sistema puede colapsar debido a su dependencia externa del Sistema Electroenergético Nacional, es decir el sistema Hidrocapital, pues no cuenta con respaldo energético propio en ninguno de los elementos componentes y que hacen uso imprescindible de dicha energía. Esto hace que al interrumpirse la electricidad, se interrumpe el bombeo, se interrumpe el flujo y se interrumpe el llenado de los tanques de almacenamiento y distribución. En este sentido, ésta es una de las mayores vulnerabilidades que enfrenta este sistema, pues tiene una dependencia total de un elemento externo al sistema.
- De los dos municipios, Zamora presenta una situación más favorable para enfrentar una situación de Emergencia generada por la carencia de electricidad del sistema Hidrocapital, y se reconoce como más vulnerable al municipio Plaza, en el cual se puede generar una crisis de abasto de agua después de la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, por el colapso funcional del sistema de abasto, amén de las afectaciones estructurales potenciales.
- Además el municipio Plaza se considera el más vulnerable, porque hace uso de las fuentes superficiales sujetas a los cambios climáticos y a la contaminación ambiental superficial y subterránea. Si objetivizamos la deforestación y el grado de antropización de las cuencas, junto a la contaminación ambiental extrema que sufren las fuentes superficiales de los municipios de Plaza y Zamora, entre otros por el descontrol de vertimientos contaminantes de la zona industrial, la fuente de abasto estratégica lo constituye el embalse Taguaza.

Sistema de Electricidad Guarenas-Guatire

El sistema eléctrico de Venezuela está organizado a través de la Corporación Eléctrica Nacional y la Nueva Electricidad de Caracas (EDC). Tiene una estructura específica que da servicios a los municipios de Plaza y Zamora, la cual se encuentra ubicada en la carretera vieja de Guarenas-Guatire, en una edificación conocidos por todos como ELEGUA. (Electricidad de Caracas. Guarenas-Guatire).

El levantamiento de la información especializada por parte

del Diagnóstico al Sistema y la caracterización del escenario, nos permite, entonces, establecer los siguientes resultados:

El sistema de Electricidad en los municipios Plaza y Zamora, contempla como su principal objetivo la DISTRIBUCIÓN y VENTA de la electricidad, no jerarquizando aún los análisis y evaluaciones de los niveles de vulnerabilidad y riesgos asociados con los componentes Generación y Transmisión, aspecto este que provoca cierto nivel de incertidumbre sobre la estabilidad y desempeño del sistema ante eventos adversos en la región.

El sistema EDC, en su sede central para Guarenas-Guatire, se manifiesta como un sistema robusto y competente; sin embargo, no cuenta con estudios de vulnerabilidad ni zonación de los riesgos en el escenario en el cual distribuyen la electricidad, pues no se ha estudiado la vulnerabilidad de las redes eléctricas ni la de sus elementos (postes, regletas y transformadores). No está dimensionado el nivel de impacto potencial de fenómenos naturales y antropogénicos sobre el sistema de distribución eléctrica de Guarenas- Guatire.

La falta de percepción del riesgo ha conllevado a no modelar los escenarios más críticos para la región, por ejemplo, al producirse una falla de generación o un colapso en el sistema de transmisión que alimenta a Guarenas-Guatire. No están planificadas, o al menos no se dominan por estos directivos en el territorio, las decisiones corporativas para la alimentación alternativa de la región en caso de una emergencia o desastre de carácter regional.

El sistema de abasto de electricidad de los municipios de Plaza y Zamora, se puede ver afectado ante la ocurrencia de un sismo de gran intensidad debido a fallas relacionadas no sólo con el colapso físico de las instalaciones de distribución eléctrica, sino con el colapso o interrupción de la generación o las líneas de transmisión. La dependencia externa es un índice de vulnerabilidad, que se acrecienta con el desconocimiento de la vulnerabilidad intrínseca del elemento externo de generación y transmisión.

Sistema de Transporte

Considerado como uno de los sistemas básicos de una sociedad moderna, el transporte con sus dos subsistemas básicos, infraestructura y medios, constituye un elemento de vital importancia que se debe considerar en las capacidades de respuesta ante emergencias y desastres. En los municipios de Plaza y Zamora, predomina el transporte automotor, aunque existen varios helipuertos, la mayoría de uso privado y corporativo. Está en proyecto ejecutivo una línea de metro que unirá a estos municipios con el municipio Sucre

y el distrito Capital.

La vía básica de comunicaciones lo constituye la Autopista Caracas, carretera que une a Petare con Guarenas y se continua con la Intercomunal hacia el oriente del país. Esta arteria se ve constantemente colapsada en las mañanas en el sentido de Caracas y en la tarde en el sentido de Guarenas Guatire, y requiere de la habilitación de canales de desvío y de contra flujo durante las horas de mayor demanda. Estas situaciones se ven grandemente afectadas al ocurrir accidentes en la vía, lo que genera un estancamiento total de la circulación vial.

Existe, como variante alternativa, la carretera vieja Guarenas-Petare. Vía estrecha, susceptible a deslizamientos en varios de sus tramos, insegura en situaciones de intensas lluvias por el desbordamiento de los ríos e insuficiente para el volumen de vehículos que transita en ambas direcciones.

Los principales resultados del diagnóstico en este sistema se resumen en:

El crecimiento socio demográfico y la actividad vehicular ha crecido más rápidamente que el desarrollo de la infraestructura de servicios, lo que conlleva a constantes obstrucciones en la autopista y carretera inter comunal, en situaciones normales, lo que pronostica el colapso del tránsito en situaciones de emergencias y desastres. Día a día se observa lo dificultoso que resulta a las ambulancias y bomberos, trasladarse por esta vía en situaciones de emergencia.

El sistema de vialidad y comunicaciones responde a un esquema de “espina de pescado”, en el cual colapsa el eje principal y todas sus ramificaciones.

Las vías secundarias no responden a la explosión demográfica y al crecimiento en la circulación de vehículos, por lo que ya es imposible el acceso rápido y seguro a los cascos históricos de Guarenas y Guatire. Igual suerte corren los bomberos, las ambulancias, los policías y los medios de protección civil.

No existe control, fiscalización ni planes de contingencias, ante la circulación constante de sustancias peligrosas por la vía inter comunal y la autopista a Caracas. Constatamos la circulación de bombonas de gas, combustibles diversos, cloro gas, amoníaco, entre otros. Sin ningún dispositivo de protección, sobre todo atendiendo a la vulnerabilidad de la vía, podrían establecerse y/o controlarse las normas para el traslado de productos químicos, de manera tal que los sistemas de protección civil, bomberos y otros organismos, estén listos ante cualquier contingencia. En todos los lugares

del mundo las sustancias peligrosas se trasladan bajo un esquema, que es monitoreado desde su salida hasta su destino y que mantiene en alerta a todos los implicados en la ruta.

Sistema de Comunicaciones

Los sistemas de comunicaciones son considerados dentro de los sistemas básicos, como sistemas esenciales en situaciones de desastres. A través de las comunicaciones se realiza la puntualización de la situación de emergencia, se conoce de la magnitud de la tragedia y, sobre todo, se comienzan a tomar decisiones en relación con la disposición de recursos y prioridades para el rescate y salvamento de las víctimas.

No existe en estos municipios una entidad responsable de las comunicaciones, estando ubicada ésta en el Distrito Federal.

El medio de comunicación más extendido es la telefonía y dentro de esta la telefonía inalámbrica a través de teléfonos celulares. Existen también varios sistemas corporativos con comunicación VHF, con frecuencias propias para sus sistemas y haciendo uso de repetidores ubicados tanto en antenas auto soportadas como en otras ubicadas en las estribaciones del Cerro del Ávila; pero estos no están interconectados para Emergencias con la Sala de Situaciones que debe funcionar en las Alcaldías respectivas. Pudimos constatar también que el sistema de protección civil de ambos municipios, no posee un censo de los radioaficionados del territorio y mucho menos de los recursos a su alcance.

La investigación llevada a cabo sobre este sistema esencial, nos demuestra que aún se desconoce la importancia que reviste el mismo para la Evaluación y Manejo de Situaciones de Emergencias y Desastres, y, sobre todo, cómo la falta de comunicaciones puede perjudicar la capacidad para la realización de una Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades (EDAN) rápida y efectiva. Esta vulnerabilidad puede contribuir así a magnificar la catástrofe.

Como principales resultados del diagnóstico podemos mencionar:

- El sistema de comunicaciones existente y diseñado para Situaciones de Emergencias y Desastres, no está en correspondencia con la magnitud de los eventos que potencialmente pueden afectar a Guarenas-Guatire
- Las salas de Situaciones concebidas en los Planes no cuentan con el respaldo energético mínimo, para darle vitalidad a las mismas y garantizar el funcionamiento de los

sistemas de comunicaciones

- Los sistemas de comunicaciones diseñados deben de ser redundantes; es decir, deben de garantizar al menos tres modos posibles de comunicación entre los elementos considerados críticos dentro del sistema de Administración de Desastres
- Se hace necesario garantizar el control de los medios de comunicaciones existentes en la municipalidad, características y frecuencias, con el objetivo de poder establecer cuando se requiera una red de Emergencia Municipal que garantice no sólo la toma de decisiones, sino también la evaluación y alcance de las tareas de rescate y salvamento (apoyo logístico y EDAN)

Del estudio de vulnerabilidad asociada con la fragilidad ambiental

La situación medioambiental derivada de la evolución del escenario natural o medioambiental en el tiempo y asociada con los procesos antropogénicos, nos evidencia la existencia de índices que reflejan la fragilidad ambiental del territorio, en detrimento de la calidad de vida y de la seguridad de un desarrollo sostenible y sustentable; resulta el elemento más desfavorable el relacionado con la contaminación de las aguas, suelos y la atmósfera.

Diagnóstico del riesgo de desastres

Existe un alto nivel de riesgo de desastres en los municipios

de Plaza y Zamora, sin embargo el sistema de Protección Civil no es reconocido como un sistema de Prevención y Administración de Desastres, sino como una organización para rescate, salvamento, orden público y manejo de emergencias.

Por otra parte, el estudio realizado de los factores conducentes a la vulnerabilidad funcional organizativa, se manifiesta por el desconocimiento del tema sísmico, la carencia de planes de respuesta y ausencia de señalización para desalojo.

Esquema pronóstico

Luego de considerar los resultados en cada una de las áreas de estudio, se procedió a la elaboración del esquema pronóstico del diagnóstico situacional en las ciudades de Guarenas y Guatire, producto de interrelacionar las amenazas geológicas, las características geofísicas en conjunto con la vulnerabilidad de los fondos habitacionales. Para ello se partió de los mapas de amenaza geológica (Figura 4), el mapa de microzonas de respuesta sísmica similar (Figura 5) y el análisis preliminar de las características constructivas y su vulnerabilidad asociada con base en las evaluaciones oculares.

Mediante una ponderación cualitativa, en la cual intervienen las amenazas geológicas, las microzonas sísmicas (en especial los espesores de sedimentos) y los elementos de vulnerabilidad según la tabla 1, se sectorizan los niveles de daños esperados en tres zonas de riesgo (alto, medio y bajo) (Figura 6). El Esquema Pronóstico para ambas municipali-

Tabla 1. Criterios para delimitar las zonas de riesgo.

Riesgo Alto (Zona 1)	Riesgo Medio (Zona 2)	Riesgo Bajo (Zona 3)
<ul style="list-style-type: none"> - La mayoría de las construcciones son informales, de propietarios, elaboradas sin planificación urbana, sin estudios geotécnicos apropiados ni criterios sismorresistentes en su diseño - Son las construcciones más antiguas. Alta densidad poblacional. Por ubicación física en terrenos inestables: laderas inestables, pendientes pronunciadas, construcciones dentro del cauce de las quebradas. - Presencia de patologías en las construcciones asociadas con la insuficiencia de soluciones en el tratamiento del drenaje (fluviales, pluviométricas) y roturas en las tuberías de las aguas servidas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcciones que generalmente corresponden a urbanizaciones posteriores a 1967 y anteriores a 1998 (algunas urbanizaciones alteradas con ampliaciones y remodelaciones descontroladas) - Control moderado en la densidad poblacional - Presencia de patologías constructivas y deterioro de las edificaciones - No se encuentra en los lugares más críticos 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcciones posteriores a 1998, presumiblemente sismorresistentes según la norma COVENIN 1756 - Responde a un desarrollo urbanístico planificado - Sistemas constructivos regulares u homogéneos - Se ejerce un control sobre la densidad de la población - Cuentan con proyección de Líneas Vitales - Cuentan con permisología y licencias ambientales - Calidad de los materiales constructivos y mano de obra especializada



Figura 6. Mapa esquema del diagnóstico situacional con fines de riesgo de las ciudades de Guarenas y Guatire.

dades, en el cual las zonas delimitadas con el número 1 se corresponden a niveles de riesgo alto (principalmente zonas de construcciones informales y los dos cascos históricos); las zona número 2 con niveles de riesgo moderados (urbanizaciones antiguas con frecuentes modificaciones estructurales), y las zonas identificadas con el número 3 representan niveles de riesgo bajos (urbanizaciones posteriores a 1998), permite priorizar las evaluaciones detalladas para los estudios, tanto de amenaza como de vulnerabilidad, en la siguiente fase del proyecto. No se consideraron en este diagnóstico las zonas industriales, extensas áreas que requieren de un tratamiento especial.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los distintos estudios realizados e integrados para generar un mapa de zonificación de riesgo en las ciudades de Guarenas y Guatire, se concluye que:

- La población de Guarenas y Guatire desconoce que se encuentran ubicados en una zona de alta amenaza sísmica.
- El diagnóstico situacional ha permitido la definición preliminar de unidades territoriales agrupadas en 3 clases de riesgo (alto, intermedio y bajo), predominantemente por las características estructurales (vulnerabilidad).
- Las zonas de alto riesgo serán analizadas con prioridad en la segunda parte del proyecto, y los esfuerzos de transfe-

rencia de la información a las comunidades serán concentradas en estas zonas.

- El sistema de Protección Civil debe ser reconocido como un sistema de Prevención y Administración de Desastres y no sólo como una organización para rescate, salvamento, orden público y manejo de emergencias. Esto forma parte de un modelo reactivo.
- La reducción de la vulnerabilidad organizacional y funcional del sistema de Protección Civil debe partir del reconocimiento de la responsabilidad de las estructuras de gobiernos municipales en relación con el tema desastres.
- Los municipios Plaza y Zamora resultan ser vulnerables y con un significativo incremento del nivel de Riesgo Sísmico, primero al no considerar la amenaza que representa la ocurrencia de un terremoto de gran intensidad en su entorno geográfico y segundo al no existir un programa de desarrollo estratégico.
- No cuenta ninguno de los municipios con estructuras organizacionales y funcionales que garanticen la capacidad de respuesta y el aseguramiento logístico de los servicios y líneas vitales ante la ocurrencia de una situación de Emergencia y Desastres. Caso crítico sería el derivado de un sismo de magnitud considerable (>6), porque se actuaría bajo un alto nivel de improvisación.

- No existe una percepción real del Riesgo de Desastres en correspondencia con la explosión socio-demográfica que se produce en la región de Guarenas Guatire.

RECOMENDACIONES

Para la elaboración del esquema pronóstico de riesgo, se consideró como principal amenaza la peligrosidad sísmica; sin embargo, existen otras amenazas (Hídricas, industriales y geotécnicas, entre otras) que también deben ser evaluadas. Se resalta el incremento de urbanizaciones construidas en la actualidad sobre la planicie aluvial del río Guarenas, estas urbanizaciones están expuestas a dos amenazas (a) peligro de inundación y b) áreas susceptibles al fenómeno de licuación de sedimentos en caso de ocurrir un evento sísmico de considerable magnitud (Figura 7). Se recomienda realizar estudios de dinámica fluvial del río Guarenas y río Pacairigua, así como realizar perforaciones que permitan identificar el nivel freático y la profundidad de los niveles a licuar; porque se han construido y se están construyendo urbanizaciones sin prever estas amenazas expuestas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores extienden su agradecimiento a las alcaldías de ambos municipios (Plaza y Zamora), consejos comunales, Protección Civil, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, quienes han aportado información relevante para generar este esquema pronóstico de riesgo. De igual manera se agradece a los coordinadores en el marco del convenio de Cooperación Cuba-Venezuela. Así como a los árbitros Jaime Lafaille y árbitro anónimo, quienes se dieron a la

tarea de leer el manuscrito inicial sugiriendo cambios en mejora del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUERREVERE, S. E. & ZULOAGA, G. (1938). *Nomenclatura de las formaciones de la parte central de la Cordillera de la Costa*, Bol. Geol. y Min. (Venezuela), 2(2-4): 281-284.

ALLEN, T & WALD, D. (2007). *Topographic Slope as a Proxy for Seismic Site-Conditions (Vs30) and Amplification Around the globe*. Open-File Report 2007-1357. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia.

AMARÍS, E. (2006). *Estudio Geofísico de la zona de expansión Este de la zona de la ciudad de Caracas (Municipio Sucre y Municipio Plaza)*. Trabajo Especial de Grado. Departamento de Geofísica. Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela. 200 pp (inedito).

AUDEMARD, F. A., MACHETTE, M., COX, J., DART, R. AND HALLER, H. (2000). *Map and Database of Quaternary Faults and Folds in Venezuela and its Offshore Regions*. USGS Open-File report 00-0018 (accessible from USGS web page; open file reports ofr - 00-0018).

CENTENO, G. (1969). *Estudios Sismológicos*. Academia Nacional de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, segunda edición. Caracas, Venezuela, 365 p.



Figura 7. Planicie de inundación del río Guarenas, con desarrollos urbanísticos en el valle de inundación, las flechas indican la dirección de las fallas: Ávila al norte y Guarenas al sur.

- FONDORAMA. (2001). *Edificaciones sismorresistentes*. Normas COVENIN 1756-98 (rev. 2001). Caracas, marzo 2001. Caracas, marzo 2001. <http://www.funvisis.gob.ve/descargas.php> o en: <http://portal.sencamer.gob.ve/>.
- GARRITY, C., HACKLEY P., URBANI, F. (2004). *Digital shaded-relief map of Venezuela*. U.S. Geological survey, open file report 2004-1322. [Http://pubs.usgs.gov/of/2004/1322](http://pubs.usgs.gov/of/2004/1322).
- GONZÁLEZ, M, ÁLVAREZ, L, SCHMITZ, M, GONZÁLEZ, O, RODRÍGUEZ, L, MORFE, J, GUASCH, F, ZAPATA, A, AGUILAR, A, SINGER, A, MIRO, C & VIETE, H. (2009). *Principales avances del proyecto de Microzonificación para la planificación urbana y la gestión local de riesgo en Guarenas y Guatire, Venezuela*. III Simposio de Sismología y riesgo Geológico, La Habana, Cuba 2009. 9 pp.
- GRASES, J., ALTEZ, R., LUGO, M. (1999). *Catálogo de sismos sentidos o destructores de Venezuela 1530-1998*. Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Edición. Innovación Tecnológica. Vol. XXXVII. 654 pp.
- GUASCH, F. (2006). *Estrategia prospectiva para la prevención de desastres a nivel local en Cuba*. Tesis doctoral en Ciencias Técnicas, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", Ciudad de La Habana, Cuba.
- HECHT, J. (2004). *Caracterización geofísica mediante estudios de ruido sísmico ambiental y gravimétricos del municipio Zamora (Guatire), Estado Miranda*. Trabajo Especial de Grado. Departamento de Geofísica. Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela. 209 pp (inédito).
- HERNÁNDEZ, J.J. (2009). *Revisión de la sismicidad y modelo sismogénico para actualización de las evaluaciones de amenaza sísmica en la región norcentral de Venezuela*. IX Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, Memorias en cd. Caracas.
- HESS, H. & DENG, G. (1949). *Geological reconnaissance Guarenas-Guatire-Colonia Bolívar area and a traverse from Guatire to Caucagua*. Inedito. Biblioteca M.M.H.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO VENEZOLANO SIMÓN BOLÍVAR. (1961). Escala 1:50.000.
- MILANO, J. (2006) *Guatire Visos de una historia gloriosa*. 1era edición, casa editora Pacairigua, Ediciones del Ministerio de la Cultura, 86 pp.
- MIRO, C. & VIETE, H. (2009). *Estudio neotectónico de la cuenca de Guarenas y Guatire Trabajo Especial de Grado*. Escuela de Geología. Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela. 123 pp (inédito).
- NAKAMURA, Y. (1989). *A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface*. QR of RTRI, Vol 30, No 1, Feb 1989.
- NODA, F., MORALES, C. Y SCHMITZ, M. (2009). *Estudio geofísico integrado en las ciudades de Guarenas y Guatire y Unidades Cuaternarias*. IV Coloquio Sobre Microzonificación Sísmica, Caracas. 4 pp.
- RODRÍGUEZ L., OLLARVES, R., AUDEMARD, F., SINGER, A., COLÓN, S., MIRÓ, C., VIETE, H. (inédito). *Estudio paleosísmico de la trinchera excavada en Santa Rosa, en la traza activa de la falla El Ávila, al este de Caracas, Venezuela*.
- RODRÍGUEZ, L., OLLARVES, R., AUDEMARD, F., SINGER, A., COLÓN, S., MIRÓ, C Y VIETE, H. (Inédito). *Estudio paleosísmico de la trinchera excavada en Santa Rosa, en la traza activa de la falla El Ávila, al este de Caracas, Venezuela*.
- RODRÍGUEZ, S. (2006). *Caracterización geofísica mediante estudios de ruido sísmico ambiental y gravimétricos del municipio Plaza (Guarenas), Estado Miranda*. Trabajo Especial de Grado. Departamento de Geofísica. Universidad Central de Venezuela. (Inédito).
- RODRÍGUEZ, S. (2006). *Caracterización geofísica mediante estudios de ruido sísmico ambiental y gravimétricos del municipio Plaza (Guarenas), Estado Miranda*. Trabajo Especial de Grado. Departamento de Geofísica. Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela. (Inédito).
- SCHMITZ M., HERNÁNDEZ, J., MORALES, C., MOLINA, D., VALLEÉ, M., TAGLIAFERRO, M., DOMÍNGUEZ, J., AMARÍS, E., GONZÁLEZ, M., LEAL, V. Y EL GRUPO DE TRABAJO DEL PROYECTO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE CARACAS. (2009). *Principales resultados y recomendaciones del proyecto de Microzonificación Sísmica en Caracas y estrategias para su implementación*. En: IV Coloquio Sobre Microzonificación Sísmica, Caracas. 4 pp.
- SINGER, A., RODRÍGUEZ, L., NODA, F. SCHMITZ, M. ROCABA-

- DO, V. (2008). *Fuentes de Geoamenazas a lo largo de la ruta y para las obras del tren Caracas-Guarenas-Guatire y estudios geofísicos (Sísmica de refracción en Guarenas y Guatire). Segundo informe de avance, en el Estudio de Amenaza Sísmica, Procesos Geomorfológicos Activos y Estimación de los Efectos de Sitio para el proyecto del tren Caracas, Guarenas -Guatire.* (Informe interno FUNVISIS). 34 pp.
- URBANI, F. & RODRÍGUEZ, J.A. (2004). *Atlas geológico de la Cordillera de la Costa, Venezuela.* Edic. Fundación Geos, UCV, Caracas.
- URBANI, F. (2002). *Geología del área de la autopista y carretera vieja Caracas – La Guaira, Distrito Capital y estado Vargas.* Guía de excursión. Bol. Geos 35 27 – 41.
- URBANI, F., CONTRERAS, O., BARRIOS, F. (1989a). *Reconocimiento geológico de la región de El Palito - Valencia - Mariara - Carabobo.* Mem. VII Congreso Geológico Venezolano, Barquisimeto, 1: 175-198.
- URBANI, F., SÁNCHEZ, R., SILVA, J. (1989b). *Reconocimiento geológico del área de La Sabana - Cabo Codera - Capaya, Distrito Federal y Miranda.* Mem. VII Congreso Geológico. Venezolano., Barquisimeto, 1: 223-243
- WEHRMANN, M. (1972). *Geología de la región de Guatire-Colonia Tovar.* IV Congreso Geol. Venez., Caracas, 4: 2093-2121.