



ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA CUALITATIVA EN INSTITUCIONES ESCOLARES DE CONCRETO ARMADO DEL ESTADO FALCÓN

STUDY OF QUALITATIVE SEISMIC VULNERABILITY IN ARMED CONCRETE EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN THE FALCÓN STATE

Alejandro Giménez¹; María Alice Olavarrieta²; Ana Acero³; José Chong⁴; Karelía Ramones⁵; Luis Reinoza⁶

Recibido 06/07/2019; Aprobado: 10/11/2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.31162.75209>

RESUMEN

La metodología para el cálculo del Índice de Priorización para la Gestión de Riesgo Sísmico en Edificaciones existentes, surge debido al inadecuado desempeño de estructuras que durante el sismo de Cariaco 1997, y el sismo de Caracas 1967 donde las edificaciones colapsaron, a pesar de su aparente buen estado de conservación. En el caso de cuatro estructuras analizadas en esta investigación la Escuela Próspero Agustín Oando, la Escuela Básica Bolivariana Agua Salobre, el Liceo Próspero Agustín Oando, y el Centro de Educación Inicial Las Delicias, las edificaciones de concreto armado se encuentran en la zona costera del Estado Falcón, en Venezuela, están bajo la incidencia del ambiente marino agresivo, y en presencia de la falla tectónica de San Sebastián. La evaluación se realizó aplicando el método cualitativo del Índice de Priorización para la Gestión de Riesgo Sísmico, verificándose que las estructuras de la Escuela Próspero Agustín Oando cuentan con un promedio de vulnerabilidad *media alta*, sin embargo se recomienda realizar estudios detallados en los módulos 1 y 2 que poseen una calificación de vulnerabilidad *muy elevada*. Para la Escuela Básica Bolivariana Agua Salobre el índice de vulnerabilidad, correspondiente al módulo 1, es *media alta* y el otro grupo su clasificación es *media baja*; en Liceo Próspero Agustín Oando los módulos 1 y 3 tiene índice de riesgo *medio alto* y los módulos 1 y 3 *elevado*. El Centro de Educación Inicial Las Delicias, tiene el índice de riesgo y vulnerabilidad *medio bajo*.

Palabras clave: vulnerabilidad sísmica; Índice de Priorización; FUNVISIS

¹Alejandro Giménez. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Docente Investigador en la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela. Ingeniero Civil. Correo: agimenez@ucla.edu.ve. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6951-2296>

²María Alice Olavarrieta. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Docente Investigadora en la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela. Ingeniero Civil. Correo: mariaalice@ucla.edu.ve ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0464-7170>

³Ana Acero. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela. Ingeniero Civil. Correo: anacero0105@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6124-0214>

⁴Francisco Chong. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela. Ingeniero Civil. Correo: jf.ch.1090@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4666-6599>

⁵Karelía Ramones. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela. Ingeniero Civil. Correo: karelisabel@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6679-235X>

⁶Luis Reinoza. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela. Ingeniero Civil. Correo: luisreinoza90@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9496-1309>

ABSTRACT

The methodology for calculating the Prioritization Index for the Management of Seismic Risk in existing Buildings, came out as a result of the poor performance of structures that during the Cariaco 1997 earthquake, and the 1967 Caracas earthquake where the buildings collapsed, despite their apparent good state of conservation. In the case of four structures analyzed in this research, the Agustín Oando Prosper School, the Agua Salobre Basic Bolivarian School, the Agustín Oando Prosperous High School, and the Las Delicias Initial Education Center, these reinforced concrete buildings are located in the coastal zone of the Falcón State, in Venezuela, under the influence of the aggressive marine environment, and in the presence of the San Sebastian tectonic fault. The evaluation was carried out by applying the qualitative method of the Priority Index for Seismic Risk Management, verifying that the structures of the Agustín Oando Prosperous School have a medium to high average vulnerability, however it is recommended to conduct detailed studies in modules 1 and 2 that have a very high frequency rating. For the Agua Salobre Bolivarian Basic School, the vulnerability index, corresponding to module 1, is medium high and the other group its classification is medium low; in Liceo Próspero Agustín Oando modules 1 and 3 have a medium-high risk index and modules 1 and 3 are high. The Center of Initial Education Las Delicias, has the average risk index medium to low.

Keywords: *seismic vulnerability; Prioritization Index; FUNVISIS*

1. INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad sísmica afecta a las estructuras de concreto armado y más si éstas se encuentran ubicadas en zonas con alto peligro sísmico. La vulnerabilidad “es el límite en el que sobrepasa el grado de reserva o el nivel de capacidad de respuesta previsto disponible ante una amenaza sísmica conocida” [1]. Es importante conocer la vulnerabilidad sísmica de una estructura, pues representa uno de los factores del riesgo sísmico, conjuntamente con su zona sísmica. Con esta investigación se atiende a convenios donde la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado participa a solicitud del Arquitecto Oscar López, con la finalidad de enriquecer la data de estimaciones de la vulnerabilidad sísmica cualitativa en edificaciones escolares, según el método Índice de Priorización para la Gestión de Riesgo Sísmico con lo cual se apoya la base de datos de FUNVISIS [2], priorizando por zonas, las posibles adecuaciones o reparaciones que se tengan a bien realizar

El mantenimiento de los centros educativos es vital para su funcionamiento, y más en ambientes agresivos, éstos deben ser resistentes ante fenómenos naturales como sismos de gran escala, para servir de refugios o centros de acopio si se amerita. Por esto es necesario evaluar, una condición muy importante para la funcionabilidad de las estructuras, como lo es la vulnerabilidad sísmica, debido a que la zona donde se realiza la presente investigación es en las cercanías de la población de Tucacas, Municipio José Laurencio Silva del Estado Falcón, y es caracterizada por la norma COVENIN 1756-2001 [3], como zona 4, de peligro

sísmico Intermedio. Además, se encuentra muy cercana a la falla de Oca-Ancón la cual ha estado activa, presentando sismos dispersos de baja magnitud en los últimos años, según datos del observatorio sismológico de FUNVISIS, y que deterioran progresivamente éstas estructuras.

La investigación de tipo evaluativa se realizó aplicando el método cualitativo, establecido por el Informe Técnico de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas FUNVISIS, denominado “Índice de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico” [2]. Este procedimiento considera tipologías constructivas típicas del país e incorpora la experiencia de los sismos destructivos de Caracas en 1967 y Cariaco en 1997, haciéndose énfasis en éste último, ya que se produjeron fallas en estructuras de uso educativo como el caso del liceo “Raimundo Martínez Centeno” y la escuela “Valentín Valiente” ambas colapsadas durante el evento de magnitud 6,9.

2. DESARROLLO

En Venezuela muchas de las edificaciones educativas son vulnerables a los sismos, esto se debe a su configuración geométrica de diseño, las cuales en la mayoría de los casos no se adapta al lugar donde se encuentran construidas. Se han presentado diversas metodologías de estudio al respecto, por ejemplo en [4] se enfocan a un determinado tipo de estructura denominada cajetón, realizando un análisis por medio de la metodología Hassan A. y Sozen M. [5], la cual consiste en la recolección de datos geométricos de la estructura y determina la vulnerabilidad sísmica de la misma. Resultando que las edificaciones eran altamente vulnerables ante los sismos, de allí se destaca la importancia de estudiarlas, pues a lo largo del territorio nacional se encuentran miles de instituciones que pueden estar en peligro ante un evento sísmico.

Esta misma metodología se aplicó en el estudio realizado en la escuela República de Costa Rica en Barquisimeto, igualmente en Venezuela [6] determinándose la vulnerabilidad sísmica de la edificación. Se obtuvo como resultado que en comparación con las edificaciones colapsadas en el sismo de Cariaco 1997, la edificación estudiada presentó menor riesgo sísmico.

En el evento sísmico ocurrido en Cariaco en Venezuela en 1997, 4 edificaciones escolares colapsaron, dando inicio a una investigación sobre este tema, pues muchas edificaciones a lo largo del país presentan características geométricas similares, no adaptadas a la región y zona sísmica donde se encuentran ubicadas. En [7] se realizó un estudio profundizando en la

evaluación del riesgo sísmico que presentan dichas edificaciones, especialmente las de tipología similar a las colapsadas en el evento sísmico. La metodología empleada fue una planilla de diseño propio donde se plasmaron las características geométricas de las estructuras, recolectadas en una inspección visual. Concluyendo que aproximadamente el 70% de las edificaciones escolares del país están en amenaza sísmica.

Ahora bien, en edificaciones escolares situadas en la ciudad de Cabudare, Estado Lara, se realizó una evaluación cualitativa en las edificaciones situadas en zona sísmica 5, zona de mediana-alta intensidad, para conocer el grado de vulnerabilidad que presentaban [8]. Aquí se emplearon los métodos de Hassan A. y Sozen M. [5], y el “Índice de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico” [2], mostrándose como resultado que las edificaciones estudiadas presentan un riesgo severo ante la vulnerabilidad sísmica. Así mismo, en la escuela E.B.N. Pablo Manzano Veloz, de Barquisimeto, Estado Lara se identificó en [9] las condiciones de riesgos sísmicos, geotécnicos e hídricos en forma cualitativa, empleándose tres métodos diferentes que permitieron concluir sobre estado actual de la institución y su priorización para intervención. De los tres métodos empleados especialmente se recomienda utilizar el de Priorización propuesto por el Arquitecto Oscar López [2], por su practicidad a la hora de implementarlo.

3. METODOLOGÍA

Siendo la presente investigación una porción de un proyecto macro denominado “Caracterización de edificaciones de concreto armado expuestos en ambientes marinos según lo establecido por la propuesta de Norma Técnica Fondonorma Concreto Durabilidad para Iberoamérica”, para la muestra se tomó como base la población de 38 edificaciones, se seleccionaron las siguientes instituciones ubicadas en el Estado Falcón: Escuela Bolivariana Agua Salobre, en Agua Salobre, Liceo Próspero Agustín Ocando, y Unidad Educativa Escuela Básica Bolivariana Próspero Agustín Ocando en Boca de Aroa; y la Unidad Educativa Centro de Educación Inicial Las Delicias, las cuales a juicio de las autoridades competentes, ameritaban mayor atención por el impacto educativo de la zona, según entrevista previa realizada con entes gubernamentales.

Una vez definida la muestra se realizó la inspección visual y entrevistas con el personal responsable de cada unidad educativa, con la finalidad de hacer el levantamiento de planta de cada módulo. Según lo analizado en [10], se pudo conocer acerca del mantenimiento de las edificaciones escolares del estudio, los cuales fueron limitados a la colocación de sistema de pinturas en paredes y reparaciones puntuales del sistema de instalaciones sanitarias. Con dicha

información y aplicando el método de Priorización [2], se realizaron las estimaciones de la vulnerabilidad sísmica cualitativa. La aplicación del método propuesto para determinar el Índice de Riesgo Sísmico, se obtiene la información, tomando como guía la planilla de recolección de datos aportada por FUNVISIS, en ese sentido la secuencia de índices calculados se muestra a continuación.

Las edificaciones escolares sobre las cuales se aplicó el método cualitativo, están conformadas por varios módulos, los cuales son identificados en el estudio, ya que cada uno de ellos tendrá valores de sus índices diferentes, pues han sido construidos en años distintos y con distribuciones diferenciadas. Una vez calculados se presentará una tabla resumen con esos resultados de acuerdo a los parámetros presentados en la Tabla 1.

Tabla 1. Estimación de los Índices del método cualitativo de FUNVISIS. Fuente: [2]

Índice	Ecuación	Leyenda- Observación
Índice de Priorización de Edificaciones	$I_p = I_A * I_v * I_I \quad (1)$	I_A = índice de amenaza. I_v = índice de Vulnerabilidad I_I = índice de Importancia
Índice de Amenaza I_A		Se obtuvo de la Tabla Valores para el Índice de Amenaza I_A I_v = índice de vulnerabilidad específica.
Índice de Vulnerabilidad Sísmica (I_v)	$I_v = \sum_{i=1}^6 \alpha_i * I_i \quad (2)$	La Vulnerabilidad sísmica depende de: La antigüedad de la Obra El tipo de Estructura Número de Pisos Profundidad de depósito de suelo Grado de Deterioro
Índice de Importancia I_I		Se asignan índices mayores a aquellas construcciones esenciales
Índice de Riesgo I_R	$I_R = I_A * I_v \quad (3)$	
Índice de Priorización I_p		Van desde $P1$ (Prioridad Máxima) hasta $P12$ (Prioridad Mínima)

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presentaran los resultados y análisis de las escuelas estudiadas, mostrando el cálculo para la primera de ellas y luego la tabla en resumen del resto de las edificaciones estudiadas. La primera institución evaluada es la Escuela Básica Bolivariana Agua Salobre, en la Figura 1 puede apreciarse la ubicación de la misma, y la división de los módulos para facilitar la calificación.

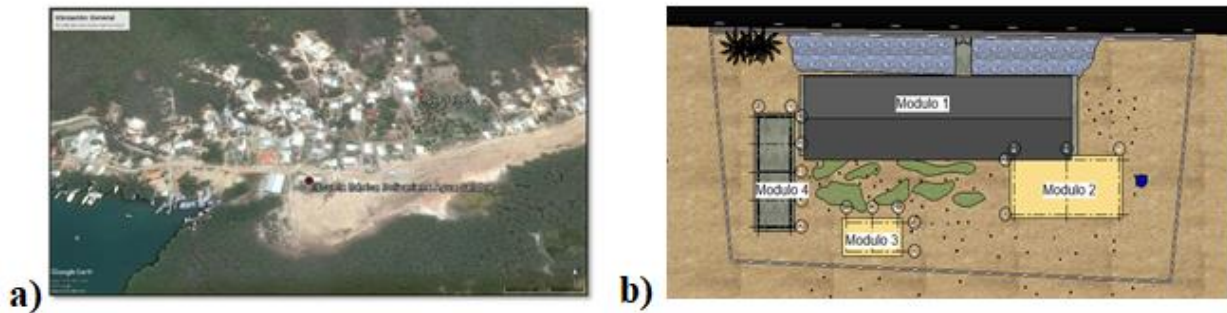


Figura 1. Escuela Básica Bolivariana Agua Salobre: a) imagen satelital; b) distribución de módulos.
Fuente:[10]

Luego de conocer las características de las estructuras se realizó el análisis de vulnerabilidad y riesgo sísmico en base al método de Índice de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico [2]. La institución por presentar diversos módulos, construidos en años diferentes y por no presentar ninguna conexión estructural, se requirió realizar por separado el estudio de vulnerabilidad.

Índice de Amenaza I_a

Para el cálculo de este índice es necesario hacer referencia a la norma COVENIN 1756-2001 “Edificaciones sismorresistentes” en la tabla 4.2 Zonificación Sísmica de Venezuela, en la cual se especifica la zona sísmica según el estado y el municipio, para la ubicación de esta edificación, corresponde a la Zona 4 [3]. Determinando la zona sísmica a la cual pertenece la estructura, se ubica el índice de amenaza como un peligro sísmico *intermedio*, tomando en cuenta que no se consideran los efectos topográficos debido a que la edificación se encuentra emplazada en un planicie, el valor de $I_a = 0,56$

Índice de Vulnerabilidad I_v

Para el respectivo cálculo se debe tomar en cuenta la vulnerabilidad asociada a diferentes características de la estructura y sus pesos específicos.

Índice de Importancia I_i

En este índice se considera el uso de la edificación y la cantidad de personas que hacen uso de ella y se encuentran expuestos, definiéndose como es un edificio educacional dentro del grupo A2.

Índice de priorización I_p

El Índice de priorización corresponde al producto entre el índice de amenaza I_a , el de vulnerabilidad I_v , y el de importancia I_i .

Siguiendo con la metodología anterior se calcularon los índices para los diferentes módulos, los cuales se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de valores de índices obtenidos en la Escuela Básica Bolivariana Agua Salobre

Ubicación	Índices de Priorización		Índice de Riesgo I_r	Índice de Priorización I_p
Módulo 1	I_a	0,56	17,19	14,96
	I_v	30,70		
	I_i	0,87		
Módulo 2	I_a	0,56	15,20	13,23
	I_v	27,15		
	I_i	0,87		
Módulo 3	I_a	0,56	16,60	14,11
	I_v	29,65		
	I_i	0,85		
Módulo 4	I_a	0,56	15,82	13,44
	I_v	28,25		
	I_i	0,85		

La valoración del Índice de Priorización de la primera edificación analizada, refleja que es requerido hacer un estudio más profundo en el ámbito del comportamiento estructural y respuesta ante los posibles eventos sísmicos que incidan sobre la misma. Los valores obtenidos en los diferentes módulos de la institución se comprenden en el rango entre 12 y 16, estableciendo una clasificación como *P8*, siendo ésta una prioridad *media baja* en una escala del 1 al 12, considerando 12 como *mínima* prioridad como se aprecia en la Tabla 1[2].

La segunda institución estudiada fue el Liceo Bolivariano Próspero Agustín Ocando, de igual forma ubicado en el municipio Silva, en la población de Boca de Aroa, sector Las Delicias, a 270 m de la línea costera (ver Figura 2) puede observarse la ubicación y la distribución de los módulos que facilitaron el estudio por separado de cada uno de ellos. Seguidamente en la Tabla 3 se presentan en resumen los resultados de la priorización sísmica.

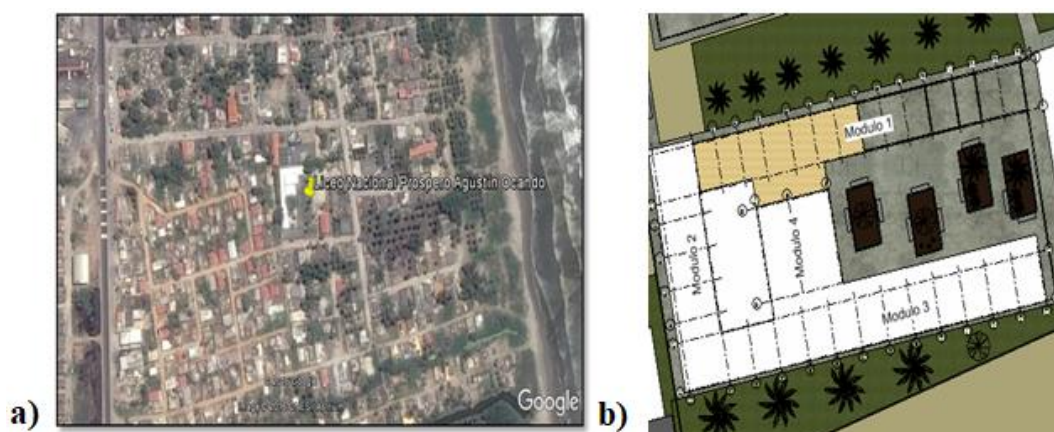


Figura 2. Liceo Prospero Agustín Ocando: a) imagen satelital; b) distribución de módulos. Fuente: [10]

Tabla 3. Resumen de valores de índices obtenidos en el Liceo Prospero Agustín Ocando

Ubicación	Índices de Priorización		Índice de Riesgo I_r	Índice de Priorización I_p
Módulo 1	I_a	0,56	23,13	20,81
	I_v	41,30		
	I_i	0,90		
Módulo 2	I_a	0,56	20,61	18,54
	I_v	36,80		
	I_i	0,90		
Módulo 3	I_a	0,56	24,80	22,32
	I_v	44,30		
	I_i	0,90		
Módulo 4	I_a	0,56	19,21	17,29
	I_v	34,30		
	I_i	0,85		

Los valores obtenidos del Índice de Priorización para los módulos 1 y 3 califican como $P6$ y los módulos 2 y 4 califican con $P7$; estableciéndose un Índice *medio* en relación a la escala de valores que va de 1 a 12. De forma contraria a la que sucedió en la estructura analizada anteriormente, se puede observar que los Índices aumentaron ligeramente, esto se debe a que tres de los módulos no tenían daños severos pero si presentaban irregularidades estructurales, siendo éstas las que más influyen en el cálculo.

En el caso del módulo 1 si, se observa una similitud a la estructura anterior, que a pesar de la gran cantidad de daños que presenta la estructura en este caso, que a la larga pueden afectar considerablemente el comportamiento estructural y la respuesta ante una amenaza sísmica haciéndola más vulnerable, no presenta un alto Índice de Priorización, debido al poco peso que inducen estas variables en el cálculo de las mismas.

La tercera edificación analizada se trata de la “Unidad Educativa Escuela Básica Bolivariana Próspero Agustín Ocando” se encuentra ubicada en la Calle Miranda del Sector Las Delicias, en Boca de Aroa, Estado Falcón, aproximadamente a 290 metros de la costa, abarca un área aproximada de construcción de 977,68 m² y por lo extenso de la misma, la variedad de sistemas constructivos, uso e historia y los diferentes ambientes que conforman la edificación, se dividieron en 5 módulos de distintas características, tal y como se puede observar en la Figura 3. Los resultados obtenidos han sido reordenados en la Tabla resumen 4.

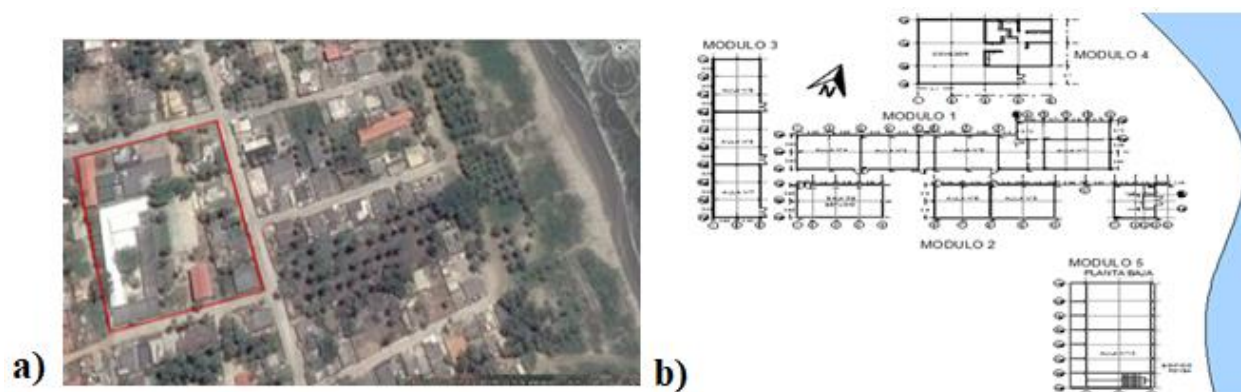


Figura 3. Escuela Básica Bolivariana Próspero Agustín Ocando: a) imagen satelital; b) distribución de módulos. Fuente: [10]

Tabla 4. Resumen de valores de índices obtenidos en Escuela Básica Bolivariana Próspero Agustín Ocando

Ubicación	Índices de Priorización		Índice de Riesgo I_r	Índice de Priorización I_p
Módulo 1	I_a	0,45	34,56	31,10
	I_v	76,80		
	I_i	0,90		
Módulo 2	I_a	0,45	32,31	29,07
	I_v	71,80		
	I_i	0,90		
Módulo 3	I_a	0,56	14,69	13,22
	I_v	32,70		
	I_i	0,90		
Módulo 4	I_a	0,45	14,08	12,67
	I_v	31,30		
	I_i	0,90		
Módulo 5	I_a	0,45	8,88	7,99
	I_v	19,80		
	I_i	0,90		

El módulo 1 tiene un Índice de Priorización $P4$, bastante cercano a la prioridad máxima, determinándose que posee un valor de vulnerabilidad *muy elevado* y riesgo sísmico *alto*. El módulo 2 tiene un Índice de Priorización $P5$, cercano a la prioridad máxima, también posee un valor de vulnerabilidad *muy elevado* y riesgo sísmico *alto*. El módulo 3 y 4 tienen un Índice de Priorización $P8$, cercano a la prioridad *mínima*, reflejándose este resultado en el hecho de poseer un valor de vulnerabilidad *medio alto* y riesgo sísmico *medio bajo*, el módulo 5 tiene un Índice de Priorización $P9$, bastante cercano a la prioridad *mínima*, por tanto tiene un valor de vulnerabilidad *baja* y riesgo sísmico *medio bajo*.

La cuarta edificación en estudio fue la Unidad Educativa Centro de Educación Inicial Las Delicias, ubicada en la Calle Miami del Sector Las Delicias, Boca de Aroa, Estado Falcón, aproximadamente a 100 metros de la costa. La unidad educativa en estudio abarca un área

aproximada de construcción de 193,07 m², es una edificación de concreto armado, cuya fecha de construcción data del año 2001, momento desde el cual presta servicios como complejo educacional. En la estructura se plantea un solo tipo de sistema constructivo y se estudió como un sistema o modulo único, tal como se visualiza en la Figura 4 que dan muestra de la ubicación y el croquis del módulo analizado. Finalmente para proceder a calcular el Índice de Vulnerabilidad sísmica se realiza una Tabla resumen 5.

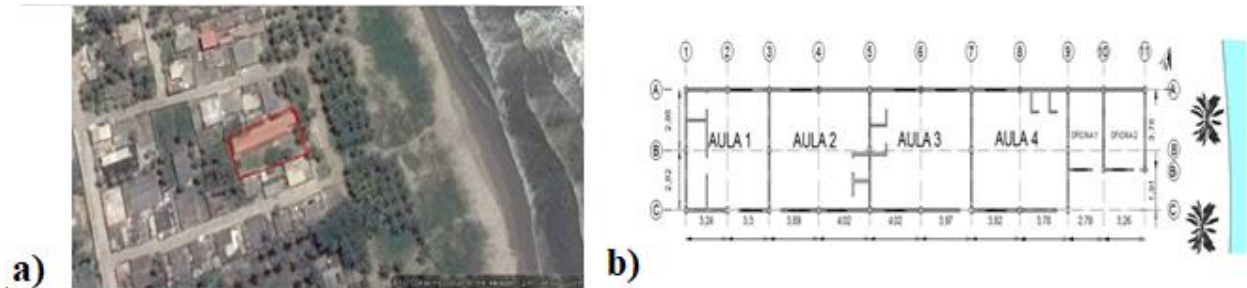


Figura 4. Unidad Educativa Centro de Educación Inicial Las Delicias: a) imagen satelital; b) distribución de módulos. Fuente: [10]

Tabla 5. Resumen de valores de índices obtenidos en Unidad Educativa Centro de Educación Inicial Las Delicias

Ubicación	Índices de Priorización	Índice de Riesgo I_r	Índice de Priorización I_p
Módulo 1	I_a	0,50	
	I_v	28,00	14,00
	I_i	0,87	

El Índice de Priorización obtenido es igual a P9, muy cerca de una prioridad *mínima*, afianzándose por un índice de riesgo y vulnerabilidad *medio bajo*.

5. CONCLUSIONES

En cuanto a la aplicación de la metodología para el cálculo de los Índices de Priorización, en el caso de las estructuras analizadas se diferencian en gran magnitud con las edificaciones colapsadas en Cariaco, por las tipologías estructurales que presentaban, como lo son las configuraciones de planta no adecuadas tipo U y por concepciones estructurales erróneas como lo es el efecto de columna corta, el cual ocasionó en ellas fallas frágiles, que llevaron al colapso de las mismas. En este caso las edificaciones poseen irregularidades estructurales en menor medida, pero sí un avanzado estado de deterioro, ocasionado por la acción de agentes externos como el Ion Cloruro que es el principal agresor del medio y por prácticas constructivas inapropiadas, quedando demostrado el mal estado en el que se encuentran los elementos estructurales portantes, lo que puede traer como consecuencia un mal comportamiento ante un evento sísmico.

Es por ello que a pesar del mal estado de conservación de las dos primeras edificaciones

evaluadas, los índices de priorización obtenidos fueron bajos, lo cual no se relaciona con la realidad ya que un mal estado de conservación puede repercutir en la respuesta de la estructura a la hora de un evento sísmico.

La “Unidad Educativa Escuela Básica Bolivariana Próspero Agustín Ocando” se tiene para el módulo 1 y 2 una calificación de vulnerabilidad *muy elevada* y una calificación de la priorización de *P4* y *P5* respectivamente. Para el caso del módulo 3, una calificación de vulnerabilidad *media alta* y una calificación de la priorización de *P8*; en el módulo 4, una calificación de vulnerabilidad *media alta* y una calificación de la priorización de *P8*. Finalmente el módulo 5, una calificación de vulnerabilidad *baja* y una calificación de la priorización de *P9*; donde estos últimos 3 no representan una prioridad inmediata para el sector público.

La “Unidad Educativa Centro de Educación Inicial Las Delicias” presenta un índice de vulnerabilidad igual a 27,5 ubicándose dentro de rango de valores pertenecientes a una vulnerabilidad *Media Baja*, reflejando de la misma forma que la calificación de la priorización es un *P9* una prioridad cercana a la *mínima*, lo cual la hace irrelevante para estudios más profundos de vulnerabilidad en comparación con otras escuelas a nivel regional.

6. AGRADECIMIENTOS

Al CDCHT de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado por el financiamiento del proyecto que permitió hacer las estimaciones de la vulnerabilidad titulado “Caracterización de edificaciones de concreto armado expuestos en ambientes marinos según lo establecido por la propuesta de Norma Técnica Fondonorma Concreto Durabilidad para Iberoamérica” Código: 002- IC-2013. A los ingenieros civiles egresados del DIC-UCLA que de manera incansable trabajaron con sus trabajos especiales de grado, Ana Acero, Karelía Ramones, Luis Reinoza y José Chong. A la Ing. Dinora Salcedo que apoyó durante las visitas técnicas haciendo aportes importantes en la línea de durabilidad y corrosión.

7. REFERENCIAS

- [1] J. Alonso, «Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones» Primera Edición Digital Marketing Solutions, Caracas, 2014
- [2] O. López, A. Coronel, G. Ascanio, W. Rojas, R. Páez, V. Olbrich, F. Rengel, J. González, «Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico» 3ra Versión, Informe Técnico, Funvisis, 002, 2014
- [3] Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN, «Edificaciones Sismorresistentes, Parte 1: Articulado, COVENIN 1756-1:2001» Fondonorma,

Caracas, Venezuela, 2001

- [4] D. Jáuregui, R. Rodulfo, «Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en instituciones educativas tipo cajetón, ubicadas en la zona norte del estado Anzoátegui» Trabajo Especial de Grado, Universidad de Oriente, Anzoátegui, 2011
- [5] A. Hassan, A. Sözen, «Seismic Vulnerability Assessment of Low-Rise Buildings in Regions with Infrequent Earthquakes» ACI Structural Journal, 94(1): 31-19, 1997
- [6] E. Lozada, M. Villareal, «Caracterización de la sintomatología de fallas e identificación de condiciones de riesgo en el liceo Bolivariano Mario Briceño Iragorry y U.E.N, República de Costa Rica en Barquisimeto – Estado Lara» Trabajo Especial de Grado, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Decanato de Ingeniería Civil, 2013
- [7] O. López, A. Marinilli, R. Bonilla, N. Fernández, J. Dominguez, G. Coronel, T. Baloa, R. Vielma, «Evaluación sismorresistente de edificios escolares en Venezuela» Revista de la Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Vol, 25, No 4, 2010
- [8] M. Díaz, Y. Rodríguez, «Evaluación cualitativa de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones escolares situadas en la ciudad de Cabudare, Estado Lara y divulgación de información sobre recomendaciones en zonas sísmicas» Trabajo Especial de Grado, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Decanato de Ingeniería Civil, 2013
- [9] J. Salas, Y. Sierralta, «Caracterización de la sintomatología de fallas e identificación de condiciones de riesgos sísmicos, geotécnicos e hídricos en forma cualitativa en la Institución E.B.N. Pablo Manzano Veloz», Trabajo Especial de Grado, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, 2015
- [10] M. Olavarrieta, F. Chong, K. Ramones, S. Garagozzo, E. Álvarez, J. Sánchez, A. Acero y L. Reinoza, «Caracterización de Fallas en edificaciones escolares, expuestas en ambiente agresivo M4 del Estado Falcón» Revista Gaceta Técnica, Volumen 17(1) pp, 61-80, enero – junio, 2017