

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOPRODUCIDAS. CASO DE ESTUDIO: BARRIO SIMÓN RODRÍGUEZ, SECTOR MANICOMIO, LA PASTORA, CARACAS

Arq. Rachel Arciniegas Mata^{1*}, Dra. Arq. Beatriz Hernández Santana², MSc. Ing. Valentina Páez³

¹ IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela

² IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela

³ Ingeniero Civil, Magíster en Ingeniería Sismorresistente, Universidad Central de Venezuela

*rachel.arciniegas@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo estudia la vulnerabilidad sísmica en zonas informales del Área Metropolitana de Caracas (AMC). Según cifras de ENCOVI [1], del total de viviendas en Venezuela estimado para 2014, 62,5 % han sido construidas, producidas o gestionadas por la propia gente. Es un dato que contribuye a precisar que al menos la mitad de la población vive en barrios autogestionados o autoproducidos conformados por edificaciones de varios pisos, producto de un proceso de construcción progresiva, de sustitución de materiales y crecimiento que depende de la capacidad de cada familia en términos de tiempo y recursos. La ausencia de conocimientos técnicos en construcción, aunado a la condición de pobreza inherente, justifica su clasificación como zonas de alta vulnerabilidad y de baja resiliencia ante amenazas naturales. Basado en esta problemática, se caracterizó a un sector urbano informal denominado Barrio Simón Rodríguez, en el sector Manicomio, La Pastora, Caracas, con el fin de evaluar y proponer medidas de rehabilitación estructural que aumenten la seguridad de estas viviendas ante un sismo. Para lograrlo se implementó un estudio por secciones del barrio, delimitando agrupaciones de viviendas y realizando un levantamiento detallado partiendo de la premisa de que en los barrios no se puede evaluar el comportamiento de cada edificación como un hecho aislado. El aporte que arroja este avance contribuirá en lograr una aplicación sistematizada de alternativas constructivas estructurales en barrios informales en pendiente para reducir daños materiales y evitar pérdidas humanas.

Palabras Clave: Rehabilitación física de barrios, barrios en pendiente, asentamientos urbanos informales, rehabilitación estructural, vulnerabilidad sísmica.

ABSTRACT

This paper is part of the line of research that studies the seismic vulnerability of informal settlements in the Metropolitan Area of Caracas (MAC). According to figures from ENCOVI [1], the construction of 62,5% of all houses built in Venezuela by the year 2014 was produced or managed by its residents. Such data contributes to the assertion that at least half of the population resides in self-managed or self-produced slums with buildings several stories high, a result of progressive construction, the replacement of materials and growth that depends on each family's capacity regarding time and resources. The absence of technical knowledge in construction, combined with an intrinsic condition of poverty, justifies their labelling as areas of high

vulnerability and low resilience in the face of natural hazards. Based on this issue, an urban informal settlement named Barrio Simón Rodríguez, in the sector of Manicomio, La Pastora, Caracas, was described with the objective of evaluating and proposing structural retrofitting measures that may increase the buildings' safety in the event of an earthquake. To accomplish this, a study of the settlement in sections was undertaken, outlining groups of houses and performing a detailed survey of their structural and non-structural elements, based on the notion that each building's behavior in such settlements cannot be evaluated as an isolated event. These results will contribute to accomplish the systematized implementation of structural constructive alternatives in informal settlements on sloping grounds, that in turn will reduce both material and human losses.

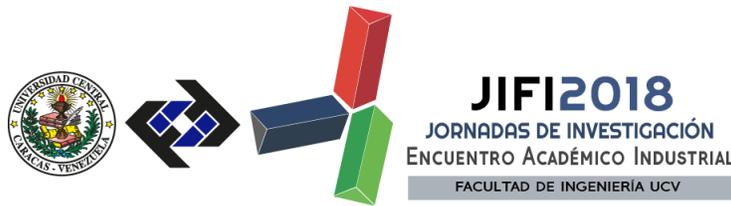
Keywords: Slum upgrading, slums on slopes, informal urban settlements, structural retrofitting, seismic vulnerability.

INTRODUCCIÓN

Al igual que en casi todas las ciudades latinoamericanas, en Caracas, una gran parte de la población - cerca de un 60% – habita en viviendas informales [2]. Éstas conforman grandes barriadas y constituyen edificaciones de varios pisos (2 hasta 6 pisos), producto de un largo proceso de construcción progresiva, de sustitución de materiales y crecimiento, ejecutado por los propios habitantes sin las herramientas ni conocimiento necesarios y sin supervisión técnica. De la experiencia de campo se recoge una mala praxis constructiva que se traduce en vulnerabilidad ante amenazas naturales como el sismo.

Caracas ha sido escenario de múltiples sismos históricos cuyas magnitudes han producido efectos devastadores. Resaltan: el sismo del 26 de marzo de 1812, de magnitud 7,1 Mw, considerado el más importante por los daños que causó, con un estimado de 10.000 víctimas y destrucción casi total de las construcciones situadas al norte de la ciudad; el sismo de San Narciso del 29 de octubre de 1900 de magnitud 7,7 Mw, causó daños (agrietamiento) en muchos edificios en Caracas y algunos llegaron al colapso, tuvo fuerte impacto en Guarenas y se estima que fallecieron unas 40 personas; y el más reciente, el 29 de julio de 1967, de magnitud 6,5 Mw, ocasionó daños importantes en Caraballeda, Caracas y el litoral central y fue percibido en la región norte central del país. Dejó alrededor de 300 personas fallecidas, unos 3.000 heridos y provocó el colapso de 4 edificios en el sector de los Palos Grandes y de 10 viviendas de mampostería no reforzada, la mayoría ubicada en el casco central de Caracas [3]. Es esta proclividad del “Área Metropolitana de Caracas”- AMC a experimentar sismos de elevada magnitud y efectos devastadores, y la propensión al desastre que padecen los sectores urbanos informales, lo que motiva y da origen a este proyecto.

Debido a que los sismos no se pueden predecir ni evitar es necesario disminuir las probabilidades de que se produzcan daños desastrosos en las ciudades tratando de reducir la vulnerabilidad de sus componentes físicos y socioeconómicos [4]. Para ello se contemplan varias fases de actuación o secuencias de actividades dentro de las cuales esta investigación se inserta: antes de un desastre, durante un desastre, después de un desastre [5]. La fase previa al desastre que será aquella que nos compete, involucra acciones de prevención, preparación y mitigación. Mitigación: “Decirle NO a la vulnerabilidad” [6], lo cual se alcanza mediante medidas estructurales y no estructurales. La primera, representada en obras físicas, es el enfoque centro de



nuestro estudio. El aspecto físico - constructivo de las viviendas autoproducidas pasa a ser un factor esencial en esta investigación, asumiendo que interviniendo éste se pueden retardar los daños y el eventual colapso de las edificaciones. Partimos por lo tanto del estudio de las mismas, realizando una caracterización de sus cualidades estructurales con el objetivo final de proponer medidas de rehabilitación para reducir la vulnerabilidad sísmica de los asentamientos informales del AMC.

Presentamos aquí la caracterización para la cual se debió realizar la inspección y levantamiento de 12 viviendas que conforman la muestra de estudio. Sin embargo, para el momento del desarrollo de este artículo se habían inspeccionado dos tercios de la muestra (8 viviendas) y es con base en ésta que se realiza el análisis y se extraen los resultados que aquí se presentan. La caracterización abarca cuatro (4) aspectos fundamentales: la tipología estructural, la geometría de los miembros estructurales, los materiales utilizados y la configuración arquitectónica.

METODOLOGÍA

SECRETARÍA DE LAS JORNADAS.

Coordinación de Investigación .Edif. Física Aplicada. Piso 2. Facultad de Ingeniería.

Universidad Central de Venezuela. Ciudad Universitaria de Caracas. 1053

Tel.: +58 212-605 1644 | <http://www.ing.ucv.ve>

Para la caracterización del riesgo sísmico y la consecuente implementación de medidas estructurales, se elige un caso de estudio que corresponde al Municipio Libertador, Parroquia La Pastora, Sector Manicomio, ubicado al noroeste de la ciudad. El barrio, denominado Barrio Simón Rodríguez, abarca una manzana conformada por 155 viviendas habitadas por 168 familias – 708 personas, según estadísticas de la Alcaldía de Caracas para el año 2014. Fundado en la década de 1960, es lo que se denomina un barrio consolidado, el cual entra dentro de las tipologías de “Barrio Urbano de Alta Densidad Ubicado en Montaña”- BUADUM [7] y barrio de baja proporción del suelo público vehicular y semipúblico y alta proporción de suelo privado y suelo público peatonal con un alto grado de ocupación del terreno edificable y del espacio en vertical (edificaciones de varios pisos) según MINDUR [8]. Se ubica, además, en ladera de montaña de pendiente comprendida entre los 20° y 45°. En síntesis, Barrio Simón Rodríguez es lo que se puede considerar un barrio típico del AMC: de alta densidad en pendiente. De las 155 viviendas que lo conforman, se establecieron 9 agrupaciones de viviendas o macizados debido al adosamiento entre ellas, entendiéndose por macizado un “tejido continuo de edificaciones que se dan en la mayoría de los barrios de Caracas” [9, p177]. Asimismo, de estas 9 agrupaciones se seleccionó una de ellas siguiendo tres criterios fundamentales: la cantidad de viviendas, en este caso 12, un número manejable considerando el tiempo de desarrollo del proyecto y la cantidad de personas a ejecutar el levantamiento de las mismas; la accesibilidad, véase la disposición de los propietarios quienes permitiesen el acceso a todos los espacios de sus viviendas; y la tipificación de la muestra, esto es, la muestra debía presentar características tales que la propuesta pueda ser extrapolada a otros barrios típicos del AMC (ver Figura 1).

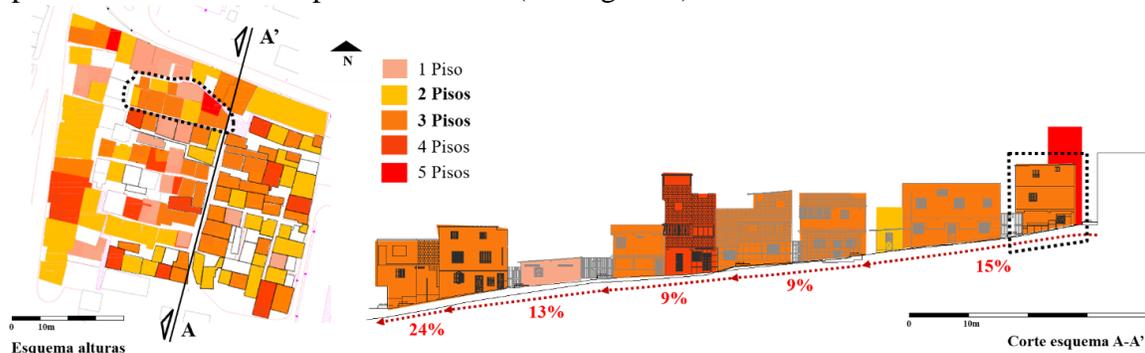


Figura 1. Esquemas de planta y corte de Barrio Simón Rodríguez – Agrupación seleccionada.

Se evaluó la agrupación mediante la observación directa en campo, se diseñó un cuestionario para inspecciones parcialmente completado por el inspector y parcialmente por el propietario de cada vivienda de la agrupación, y se realizó el levantamiento planimétrico de las viviendas que la conforman. El cuestionario fue formulado con base en la planilla de inspección del Índice de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico elaborado en la “Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas”- FUNVISIS por López et al. [10], método simplificado cuyo fin es calcular un índice que permite priorizar y tomar decisiones técnicas y administrativas en cuanto al riesgo sísmico de edificaciones se refiere, al cual se agregaron aspectos socioeconómicos a los fines de utilizar estos datos en los estudios de factibilidad para las propuestas a plantearse en la etapa final del proyecto.

En cuanto al levantamiento planimétrico, en las inspecciones se emplearon cámaras, cintas

métricas y distanciómetros para la toma y registro de datos. Los planos fueron dibujados mediante el programa AutoCAD, representando los miembros estructurales, su ubicación y dimensiones y las paredes, sus dimensiones y aberturas. Para complementar los resultados de la caracterización y debido a las limitaciones del proyecto, se tomaron en cuenta datos provenientes de varias referencias en las que se hicieron ensayos destructivos y no destructivos en estructuras pertenecientes a edificaciones residenciales en sectores urbanos informales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

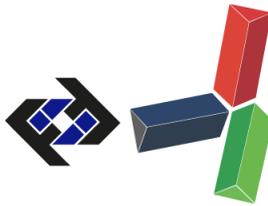
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

En general, las estructuras edificadas que se encuentran en los barrios están construidas en mampostería [11]. En diversas referencias se menciona que el sistema constructivo comúnmente utilizado en los barrios es la mampostería estructural confinada, trabada y en muy pocos casos reforzada. Sin embargo, como establece Páez [12] es común en los barrios de alta densidad, de viviendas consolidadas y de más de dos pisos, encontrar de manera significativa la utilización del sistema de pórticos de concreto reforzado con o sin paredes de relleno. Páez [12] realizó la inspección de 626 viviendas autoproducidas del AMC, de lo cual establece: “se observa que el sistema mixto de pórticos y mampostería de baja calidad constructiva (PMBC) es de uso frecuente (60 %) (...) unas 378 viviendas de las 626 inspeccionadas, seguido por los sistemas de muros de mampostería no confinada (MMNC) con aproximadamente un 25 % (154 viviendas).” [p37]. Nuestra muestra no es diferente: conformada por viviendas de una altura media equivalente a 3 pisos, predomina la utilización del sistema mixto de pórticos de concreto reforzado y mampostería estructural, en donde la combinación ocurre de un nivel a otro y también en un mismo piso. Estas combinaciones o mezclas estructurales se explican al entender que la construcción de estas viviendas ha sido progresiva, a lo largo de muchos años, lo cual implica que cada nivel o partes de la vivienda han sido construidas por distintos constructores del barrio, variando a veces incluso los dueños en el proceso [9].

MATERIALES

Los materiales más comúnmente utilizados en la construcción de las viviendas de la muestra son:

- Bloques de arcilla de 15 y de 10 cm (largo 30 cm y alto 20 cm), utilizados como elementos estructurales de mampostería (particularmente los de 15 cm), así como también para los cerramientos exteriores e interiores de la vivienda.
- Tabeles de arcilla de 80 x 20 x 8 cm y perfiles de sostenimiento IPN 80 para la construcción de las losas de piso que, sumado el acabado, le confiere a la losa un espesor de entre 10 y 12 cm. También se observó en menor medida (en un 25% de las viviendas de la muestra) losas elaboradas con tabelón y nervios de concreto, y losas de concreto armado.
- Láminas de acero recubiertas de zinc tanto tipo ondulada como tipo acanalada, de 0,85 m x 3,66 m x 0,30 mm (como cerramiento techo). Utilizadas generalmente como techo provisional puesto que se prevé la ampliación de la vivienda (posteriormente se construye una losa de entrepiso).
- Concreto, utilizado en la construcción de fundaciones y vigas de riostra (cuando existen), machones, vigas de corona y losas. En cuanto a su resistencia, se le atribuyen valores muy bajos. Esto se debe, como bien lo explica Bolívar [9], a “fallas en el control de calidad de los materiales



utilizados, a fallas en la dosificación, en el mezclado, en la colocación, en la compactación, en el curado del concreto y en la discontinuidad de elaboración de las mezclas de concreto para su uso en la forma de construcción progresiva de la vivienda en los barrios.” [p121]

Se puede asumir un valor de $f'c$ para el concreto estructural de la muestra tomando en cuenta los resultados de ensayos realizados en otros trabajos de investigación en barrios del AMC:

- En el trabajo de Bolívar [9], se elaboró un diagnóstico de las condiciones estructurales típicas mediante inspecciones y pruebas esclerométricas de materiales, ultrasónicas para vigas y columnas o machones de concreto reforzado, en 12 edificaciones tipo de 2 zonas estudiadas, y pruebas de resistencia del concreto a compresión utilizando muestras de cilindros de mezclas preparadas por constructores de los sectores. Se concluyó: “(...) los concretos estructurales estudiados presentan una gran heterogeneidad y resistencias bajas, donde los valores inferidos oscilan en promedio entre 80 y 180 kgf/cm².” [p121].

- En el trabajo de Fernández et al. [13], se extrajeron 3 núcleos de concreto de columnas y vigas de la Casa Comunal Antonio José de Sucre, perteneciente al barrio Colina de Telares Palos Grandes en la Parroquia Caricuao. Estos fueron sometidos a ensayos de compresión con resultados de $f'c$ igual a 80 kgf/cm².

- Y, finalmente, en el trabajo de Páez [12] se extrajeron 5 núcleos de concreto de 2 viviendas, los cuales al ser sometidos a pruebas de resistencia a compresión arrojaron valores de $f'c$ que oscilaban entre 80 y 210 kgf/cm², y módulos de elasticidad de entre 130.000 y 220.000 kgf/cm².

Se determina, entonces, a partir de estos resultados, un valor promedio de $f'c$ para las viviendas de la agrupación: 130 kgf/cm², cifra, cabe destacar, menor al mínimo establecido (210 kgf/cm²) en COVENIN 1753:2006 [14] para la resistencia del concreto estructural.

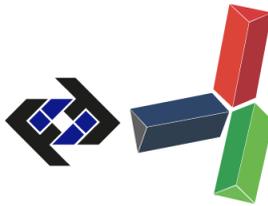
- En cuanto a los aceros de refuerzo de los miembros estructurales, según Rosas et al. [11] y Páez [12], el acero de refuerzo longitudinal más utilizado es aquél de barras corrugadas con un diámetro de 1/2", mientras que para los estribos y ligaduras se suelen usar cabillas de superficie lisa de 1/8" de diámetro separadas 20 cm aproximadamente entre sí.

GEOMETRÍA

En cuanto a la geometría de las viviendas y sus miembros estructurales, en las inspecciones se determinaron las dimensiones de las secciones de columnas o machones y vigas, así como también la luz entre miembros estructurales verticales y las alturas de entrepiso. Se establecieron los valores promedio por vivienda y entre ellas, hallando similitudes como se muestra en la Tabla 1. Los datos obtenidos fueron los siguientes: la sección promedio de las vigas de las viviendas es de 0,22 m x 0,20 m; la sección promedio de columnas y machones es de 0,24 m x 0,21 m; la distancia entre columnas (luz) varía entre casi 2 m y 4,5 m, siendo 3,02 m el valor medio, y la altura de entrepiso es de alrededor de 2,5 m.

Tabla 1. Caracterización geométrica de las viviendas de la agrupación.

Identificación vivienda	Secciones (m)		Luz (m)			Altura (m)
	Vigas	Columnas	Mín.	Máx.	Prom.	
11-092-097-01	0,19 x 0,21	0,20 x 0,20	2,15	3,40	2,76	2,46
11-092-097-02	0,22 x 0,17	0,23 x 0,23	2,32	4,34	3,33	2,52
11-092-097-03	0,22 x 0,18	0,25 x 0,18	2,05	3,97	3,01	2,56
11-092-097-05	0,23 x 0,18	0,27 x 0,20	1,82	3,34	2,58	2,44



11-092-097-06	0,19 x 0,20	0,25 x 0,20	1,97	3,80	2,88	2,48
11-092-097-07	0,24 x 0,20	0,25 x 0,22	1,70	4,56	3,13	2,42
11-092-097-09	0,24 x 0,24	0,25 x 0,25	2,30	3,85	3,08	2,77
11-092-097-11	0,23 x 0,25	0,25 x 0,23	3,20	3,67	3,44	2,80
Promedio	0,22 x 0,20	0,24 x 0,21	2,18	3,86	3,02	2,55

Por otro lado, se encontraron un gran número de irregularidades estructurales tales como variaciones en las dimensiones de vigas y columnas, colocación de vigas en una sola dirección, falta de alineación de los ejes de construcción, ausencia de elementos rigidizantes de amarre (en la mampostería estructural la ausencia de confinamiento) como las losas de tabelón sin anclar que impiden que el diafragma cumpla con su función de transmitir todas las solicitaciones a los miembros estructurales.

CONFIGURACIÓN

En esta sección, nos referiremos a la configuración en términos de las características de la forma y distribución de la rigidez, la resistencia, y la masa reactiva de las edificaciones, que determinan su regularidad o irregularidad ante la acción sísmica [4]. De antemano se afirma que las viviendas en los barrios, en general, presentan una configuración sísmicamente irregular. De las irregularidades resalta la forma de pirámide invertida (irregularidad geométrica en alzado), presente en el 100% de la muestra, en la cual las plantas superiores, en un intento por parte de los propietarios de ganar espacio, sobresalen por lo menos en una de sus fachadas respecto al nivel inmediatamente inferior. Esto conlleva a una mayor concentración de masa en la parte superior de la edificación, lo cual, aunado a que en un gran porcentaje de los casos (75%) los propietarios han instalado un tanque de agua en sus azoteas, puede a la hora de un sismo amplificar la vibración en los niveles superiores y por ende producir desplazamientos horizontales importantes, causando grandes daños en los miembros estructurales inferiores y hasta el colapso de la edificación [4]. Es de mencionar también la diferencia de rigidez entre niveles ocasionada por los cambios de sistemas estructurales entre ellos, los cuales generan pisos blandos. Es decir, los casos en los cuales primero se han construido los elementos flexibles (sistema de pórticos de concreto reforzado) y luego encima la masa estructural en mampostería.

Como bien se estableció desde un principio: la agrupación es un macizado. Esto quiere decir que existe adosamiento (en distintos grados) entre todas las viviendas adyacentes que la conforman, bien sea porque no existe una separación entre sus paredes en algunas de sus fachadas (100% de los casos), porque comparten una o más paredes (37,5% de los casos), porque comparten miembros estructurales (una columna, o una viga se apoya sobre la viga vecina) (50% de los casos), o incluso porque se unen en una sola estructura en un nivel, como es el caso de las viviendas 11-092-097-05 y 11-092-097-07 (ver Figura 2).

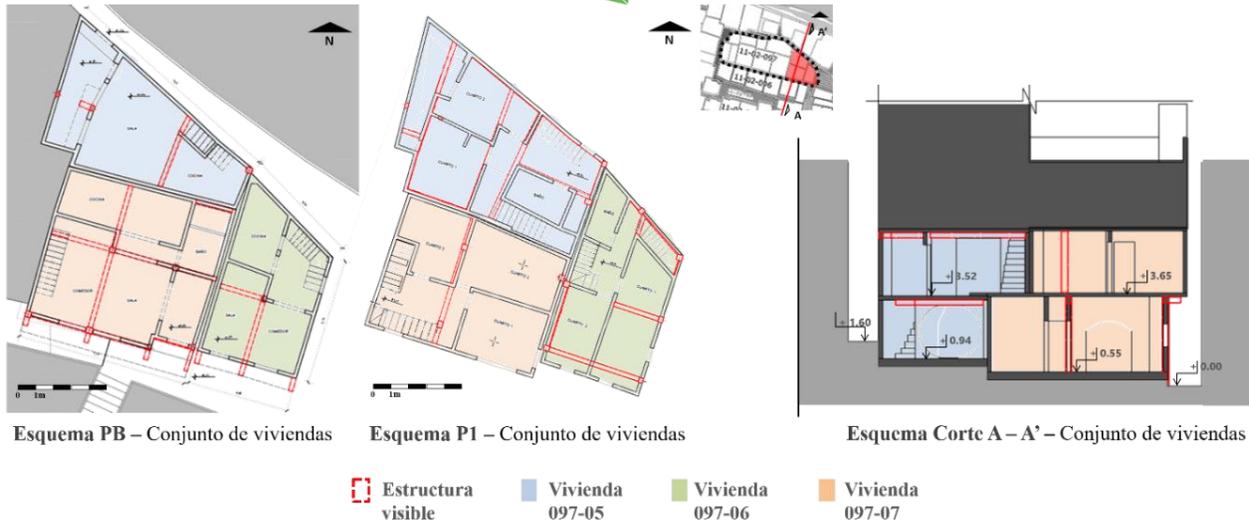
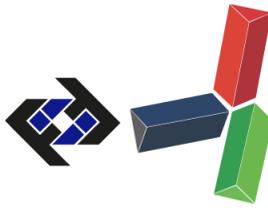


Figura 2. Esquemas relación constructiva-espacial entre viviendas de la agrupación.

En los barrios, el crecimiento progresivo de las edificaciones es una “(...) premisa constructiva en donde cada espacio disponible se transforma en un lugar para vivir.” [12, p2], cada espacio disponible, incluyendo las platabandas de las casas vecinas.

CONCLUSIONES

La información recopilada arroja resultados complejos y negativos a nivel estructural: predomina la utilización del sistema mixto de pórticos de concreto reforzado y mampostería estructural, combinados de uno a otro y en un mismo nivel; columnas y vigas que no cumplen con las características y propiedades mínimas exigidas en la norma COVENIN 1753-06 para miembros estructurales de concreto reforzado (baja resistencia y subdimensionado), además de presentar irregularidades en cuanto a amarre y continuidad, y distribución de masa y rigidez.

Sin embargo, la realidad es que no se sabe exactamente qué puede pasar con las edificaciones en los barrios desde el punto de vista estructural, mientras más irregular, más impredecible es su comportamiento, aunque se puede afirmar que si hasta ahora las edificaciones que se construyen en los barrios no se han caído, es porque pueden soportar las cargas verticales, es decir, el peso mismo de la estructura o cargas permanentes. El problema se presenta con las cargas laterales que producen movimientos del terreno [9]. En los barrios de alta densidad y en pendiente, se observa que la estructura de la vivienda se combina o solapa con la de aquellas adyacentes, y es esta razón la que enmarca al trabajo en agrupaciones de viviendas. En las etapas siguientes se propondrá una solución estructural en calidad de reforzamiento que permita a la agrupación que se estudia trabajar como un monolito rígido, a los fines de retardar el colapso de las edificaciones que la comprenden ante cargas sísmicas.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean agradecer a los habitantes de Barrio Simón Rodríguez por el acceso a sus viviendas para el desarrollo de esta investigación. Al Br. Alexander Martínez, a FUNVISIS y al

SECRETARÍA DE LAS JORNADAS.

Coordinación de Investigación .Edif. Física Aplicada. Piso 2. Facultad de Ingeniería.

Universidad Central de Venezuela. Ciudad Universitaria de Caracas. 1053

Telf.: +58 212-605 1644 | <http://www.ing.ucv.ve>

IDEC-FAU-UCV. Al equipo de las JIFI. A todos ellos, por su ayuda y colaboración.

REFERENCIAS

- [1] Freitez, A., González, M., y Zuñiga, G., editores. Una mirada a la situación social de la población venezolana: Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2014 (ENCOVI 2014). Caracas, Venezuela: UCAB – USB – UCV – Fundación Konrad Adenauer; 2015. p. 132.
- [2] Genatios, G., Lafuente, M., Cilento, A., y Grases, J. El terremoto de Caracas de 1967: 50 años después. Caracas, Venezuela: Ediciones Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat – CITECI; 2017. p. 132.
- [3] Pereira, Z., Romero, G., y Pozo, I. La investigación sismológica en Venezuela. Caracas, Venezuela: FUNVISIS; 2002. Disponible en http://www.funvisis.gob.ve/archivos/pdf/libros/funvisis_1_18.pdf
- [4] Guevara, T. Configuraciones urbanas contemporáneas en zonas sísmicas. Caracas, Venezuela: Fondo Editorial SIDETUR; 2012.
- [5] OPS-OMS. Los desastres naturales y la protección de la salud. Organización Panamericana para la salud. Publicación Científica. 2000; 575.
- [6] Wilches-Chaux, G. La vulnerabilidad global. En Andrew Maskrey: Los desastres no son naturales. La Red: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América; 1993. p. 11-41.
- [7] Cano, P. Rehabilitación en zonas de barrios: caracterización, diagnóstico y propuestas de reforzamiento estructural. Aplicación a un caso de estudio en el sector 11 de agosto, Quebrada Anauco, Caracas [trabajo de grado]. [Caracas]: IDEC-FAU-UCV; 2003.
- [8] MINDUR. Plan Sectorial de Incorporación a la estructura urbana de las zonas de barrios de área metropolitana de Caracas y la región capital (sector Panamericana y Los Teques). Caracas; 1994.
- [9] Bolívar, T. Densificación y vivienda en los barrios caraqueños: contribución a la determinación de problemas y soluciones. Caracas, Venezuela: MINDUR-CONAVI; 1994.
- [10] López, O. et al. Índice de Priorización para Edificios para la Gestión de Riesgos Sísmicos. Caracas: Departamento de Ingeniería Sísmica, FUNVISIS; 2014. Informe técnico FUN-002.
- [11] Rosas, I., Marcano, I., Machado, C., Brito, R. Evaluación experimental de diferentes técnicas de reforzamiento sísmico de las viviendas informales en barrios. Caracas: Centro Ciudades de la Gente, FAU-UCV; 2008. Informe de Avance 2.
- [12] Páez, V. Evaluación del riesgo sísmico en viviendas populares [Trabajo Especial de Grado]. [Caracas]: FI-UCV; 2016.
- [13] Fernández, N., Oviedo, L., Pimentel, L., y Safina, A. Técnicas de reforzamiento sísmico de viviendas informales en barrios. Caracas: FAU-UCV; 2011. Informe de pasantía académica.
- [14] Norma Venezolana COVENIN 1753. Proyecto y construcción de obras en concreto estructural. Caracas, Venezuela: FONDONORMA; 2006.