

Características típicas de la vivienda en sectores de población vulnerable en Bogotá

Typical characteristics of housing in low-income population sectors in Bogotá

SERGIO GIOVANNY VALBUENA PORRAS

Ingeniero Civil, Ms.C. en Economía. Docente de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
Contacto: svalbuena@udistrital.edu.co

MILTON MENA SERNA

Ingeniero Civil, Ms.C. en Construcción. Docente de la Facultad Tecnológica, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
Contacto: mmenas@udistrital.edu.co

CÉSAR AUGUSTO GARCÍA UBAQUE

Ingeniero Civil, Ph. D. en Ingeniería. Docente de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
Contacto: cagarciau@udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 15 de agosto de 2013

Fecha de aceptación: 1 de noviembre de 2013

Clasificación del artículo: investigación

Financiamiento: Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (Swisscontact)

Palabras clave: análisis estructural, construcción informal, patologías de construcción, resistencia sísmica, viviendas.

Key words: Structural analysis, construction pathologies, housing, informal construction, seismic resistance.

RESUMEN

En este trabajo se establecen las características típicas de las viviendas construidas en barrios de bajos recursos en Bogotá. Se recopiló la información provista por varios estudios hechos por instituciones del Distrito para complementar

las observaciones de visitas de campo. Se identificaron características típicas que son prácticas deficientes de construcción, que producen condiciones riesgosas de habitabilidad. Este resultado coincide con otros estudios en este campo, debido a la predominancia de la construcción informal y deficiente, técnicamente en estos sectores de

bajos recursos de la ciudad. No obstante, haber identificado estas características típicas es un aporte a la estructuración de programas de educación y prevención, tanto para los habitantes como para los maestros de construcción.

ABSTRACT

The typical characteristics of housing in low-income population sectors in Bogota have been established in this study. Information from previous

studies performed by various district institutions has been collected to complement field observations. It was identified that most of the typical characteristics in housing are deficient construction practices, which produce risky living conditions. This result coincides with other similar studies, due to the predominance of informal and technically deficient construction in these sectors of Bogotá. However, having identified the typical characteristics of this housing is an input to the development of educational and prevention programs for both inhabitants and constructors.

* * *

INTRODUCCIÓN

Los sectores de población vulnerable en Bogotá son focos cruciales de urbanización informal. Las implicaciones negativas de este tipo de construcción tienen que ver principalmente con el hecho de que es un área de alto interés para instituciones de la administración pública (Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano y Regional, 2011). Se conoce que, entre otras, las construcciones producto de la urbanización informal presentan condiciones riesgosas de habitabilidad y numerosas patologías de construcción, debido a la falta de planeación y conocimiento técnico de quien construye. Así, se encuentran predios construidos sobre terrenos inapropiados y edificaciones con baja o nula resistencia sísmica, que es uno de los mayores riesgos ambientales en Bogotá (Cardona, 2001).

Desafortunadamente, el gobierno de la ciudad no cuenta con la infraestructura institucional necesaria para erradicar la construcción informal. Por esto, recientemente se han propuesto alternativas como la construcción social de hábitat (Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano y Regional, 2011), en la cual la participación de la comunidad sea el motor predominante de la urbanización, en lugar de que sea el ánimo de lucro de las organizaciones ilegales.

Por esta razón, caracterizar la vivienda popular en Bogotá, en términos de prácticas deficientes de construcción y características estructurales riesgosas, es un aporte a la estructuración de planes de información y prevención para futuros programas de autoconstrucción o de mejoramiento de los predios existentes. Este trabajo es el resultado de la observación en campo y recopilación de la información provista por estudios institucionales previos.

Se observó que la estructura y las consideraciones constructivas de las viviendas en sectores informales siguen unos patrones generales observables, que se reconocen y se documentan en este trabajo.

METODOLOGÍA

Recolección de información

Se utilizó información proveniente de los Convenios 006 de 2008 (Universidad Distrital y Secretaría Distrital del Hábitat), 009 de 2007 (Universidad Distrital y Fondo de Desarrollo Local de Usme), 014 de 2007 (Universidad Distrital y la Caja de Vivienda Popular), los cuales proporcionaron información sobre condiciones de vulnerabilidad en predios en algunas zonas de la ciudad.

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (Fopae) suministró información sobre patologías constructivas y lineamientos para la reducción de la vulnerabilidad física en los escenarios de ladera y aluvial en Bogotá (Contrato No. 795-2008).

Adicionalmente, la empresa Ingeniería y proyectos de infraestructura (IPI) y el Departamento de Planeación Distrital proporcionaron información sobre vulnerabilidad sísmica de viviendas en sectores de la ciudad.

Consolidación general

Se establecieron variables generales con las que se podían describir las condiciones estructurales y constructivas de las viviendas, y permitir así un análisis transversal de la información recolectada. Estas variables fueron:

- Características de los materiales de construcción para: (a) mamposterías; (b) aceros de refuerzo; (c) concretos, y (d) morteros.
- Características de la cimentación de las viviendas en cuanto a: (a) profundidad, (b) tipología y (c) estructuras de contención utilizadas.
- Características de los elementos estructurales, como: (a) sistema estructural global; (b) irregularidades; (c) columnas; (d) vigas; (e) muros o mamposterías, y (f) escaleras.
- Características de las cubiertas y de las placas de entrepiso.

RESULTADOS

Características de los materiales de construcción

Mampuestos

Se observó que la arcilla es el material predominante para toda la construcción de muros. En la

mayoría se usan unidades nuevas, pero en ocasiones se usan unidades provenientes de la demolición de otra construcción. Se usa tipo bloque (perforación horizontal) y macizo, aunque se observa un uso preferente por las unidades tipo bloque, pues favorecen la economía y rapidez con que pueden construirse los muros (Cardona, 2001 y Universidad Francisco José de Caldas, 2007 y 2008).

Acero de refuerzo

El acero corrugado es el más usado según la información recopilada. No obstante, aún se hace uso del acero liso, usualmente reciclado de construcciones antiguas demolidas igual que los bloques de arcilla, aún cuando su uso está permitido solamente para los estribos, refuerzo de retracción y temperatura o espiral; también está prohibido su uso para columnas.

En el estudio del Fopae (Caja de Vivienda Popular, 2007) se verificó la calidad del acero mediante la evaluación de probetas de acero No. 4 (1/2") y No. 5 (5/8"). Se encontró que la calidad de estos es adecuada según los resultados de fluencia y rotura. Las fluencias para las probetas corresponden a 444,0 Mpa y 418,5 Mpa, respectivamente. Las normas establecen un rango aceptable entre 420 y 540,0 Mpa (Fondo de Prevención y Atención a Emergencias, 2008), y aunque la varilla de 5/8" está un tanto baja, se puede aceptar dentro del rango. Los esfuerzos de rotura son de 674,0 Mpa y 690,0 Mpa, respectivamente, y lo aceptado es de 550,0 Mpa como mínimo (Fondo de Prevención y Atención a Emergencias, 2008), así que las características de elongación son aceptables para ambos refuerzos.

Concretos

Para la preparación del concreto, se encontró que los cementos usados son las presentaciones en saco de las marcas usuales (Holcim, Argos, Cemex, y otros) y que los agregados gruesos y finos se compran

en una mezcla llamada “mixto” (Cardona, 2001 y Universidad Francisco José de Caldas, 2007 y 2008). Esta combinación de agregados se evaluó en el estudio de IPI, en el cual se concluyó que la proporción de arena es más alta de lo deseado, lo que demanda mayor contenido de cemento y, como consecuencia, una cantidad adicional de agua de amasado; esto ocasiona la baja resistencia y alta porosidad de los concretos resultantes.

Las pruebas de resistencia en los estudios consultados corresponden a esclerometrías patronadas con ensayos de núcleos de los elementos estructurales (AIS, 2010). En ellas, más del 57,0% de ensayos registraron una resistencia menor de 210,0 kg/cm². La distribución de estos se puede observar en la figura 1.

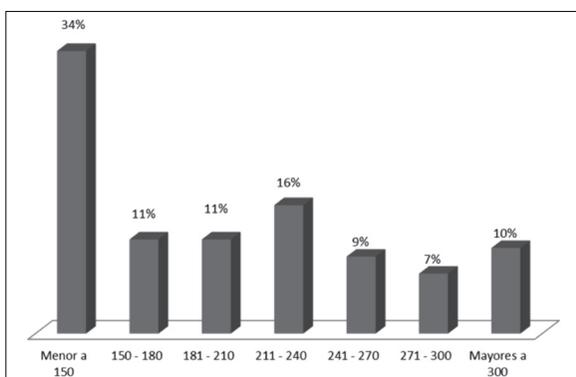


Figura 1. Distribución de la resistencia del concreto
Fuente: (AIS, 2010).

Por otra parte, la resistencia de las placas macizas aéreas presenta resultados que en su mayoría superaron los 210,0 kg/cm², según IPI. Se encontró también que existen efectos de carbonatación en el nivel del refuerzo.

Morteros

Aún cuando la recomendación según la NSR10 es utilizar morteros con resistencias superiores a 12,5 MPa, los estudios indican resistencias inferiores que se acercan a un mortero tipo N (7,5 MPa) (AIS, 2010). Solo son permitidos en zonas de baja amenaza sísmica y en sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico. Por lo tanto, la baja resistencia de un mortero de pega otorga baja resistencia al muro, por la deficiencia en la unión de unidades de mampostería, lo que hace que un muro tenga una falla frágil cuando es exigido por cargas laterales, o cuando las cargas verticales son altas (Ingeniería y Proyectos de Infraestructura, 2003 y California Seismic Safety Commission, 2005).

Cimentación

Con respecto a la cimentación, en la tabla 1 se observa la información que ofrece cada uno de los estudios consultados.

Tabla 1. Características de cimentación evaluadas por metodología

Cimentación	Fopae-795-2008	CVP	UD	IPI
Profundidad	-	Superficial Semiprofunda Profunda	-	Superficial Semiprofunda Profunda
Tipología	Zapatas Losa corrida Vigas Pilotes	Zapatas Vigas de amarre Cimiento corrido Cimiento ciclópeo Sobrecimientos	Vigas de amarre No vigas de amarre	Zapatas Vigas de amarre Cimiento ciclópeo Cimiento corrido Sobrecimientos

Cimentación	Fopae-795-2008	CVP	UD	IPI
Estructuras de contención	-	Muro de contención	-	Estructura de contención
Tipo de concreto o material	Ciclopeo Reforzado Reciclado Otro	Concreto Ciclopeo Sobrecimiento	Ciclopeo reforzado	Depende de lo evaluado
Estado	Satisfactorio Fisurado Agrietado Flujo Asentamiento Socavado Colapso/peligro Manchas Descascarado	Bueno Regular Malo		Depende de lo evaluado

Fuente: elaboración propia.

Profundidad

Generalmente son cimentaciones de poca profundidad, que no superan 1,5 m.

Tipología

Se encuentra que la zapata individual es la cimentación dominante en este tipo de viviendas. Las vigas de cimentación se encuentran principalmente en zonas de ladera para configurar un sistema de cimentación adecuado, y conectar así los diversos niveles de las zapatas o de elementos estructurales verticales.

Estructuras de contención

Las estructuras de contención no existen en la vivienda informal y esto implica un incremento en la vulnerabilidad de la vivienda ante eventos de remoción en masa.

La estructura de nivelación predominante es una serie de muros de piedra, pegados con mortero,

sobre los cuales se inician los muros de los recintos de habitación. En ocasiones, estos muros en piedra se coronan con vigas de concreto que terminan confinando el piso inicial o la placa aérea de un sótano (uso que se le da al espacio cuando la pendiente o el desnivel es mayor a dos metros).

Elementos estructurales

Sistema estructural

Se encuentran columnas, columnetas o sistemas confinados en algunos muros, o todos los anteriores en sistemas combinados. En cualquiera de estos casos, los elementos verticales no son usados como vínculos físicos entre los niveles de las viviendas, sino que se incorporan de manera independiente y aislada en cada nuevo nivel que se construye sobre el anterior.

Irregularidades

Las irregularidades observadas se dan en altura y en planta. Las irregularidades en planta que exce-

den lo establecido por la tabla A.3-6 de la Norma Sismo Resistente de 2010 (Fondo de Prevención y Atención a Emergencias, 2008) se presentan en un 13 % de las viviendas evaluadas por los estudios consultados y estas no pueden ser reparadas fácilmente debido a que los lotes de construcción son frecuentemente irregulares.

Por otra parte, la irregularidad en altura más frecuentemente encontrada es el uso de voladizos excesivos (mayores de 60 cm). Incluso se presentan viviendas con una serie de voladizos sucesivos en cada piso. Además, el problema se ve agravado no solo por la distancia de avance del lote, sino también por la incorrecta disposición de los refuerzos. Estos se ubican en la parte inferior de la placa, es decir, la placa entera —incluido el voladizo se arma únicamente con refuerzo debajo de ella.

Columnas

Según lo estableció la consultoría de la empresa IPI para la Caja de la Vivienda Popular en 2003 (AIS, 2010), en las viviendas se utilizan columnas de sección cuadrada de 0,25 m de lado, con concretos que presentan una gran variabilidad en resistencia y con una disposición de refuerzo longitudinal y transversal que no cumplen con los requerimientos de la norma NSR-2010. Se observó que en ocasiones las columnas se funden directamente sobre los muros y los confinan; además, no se proporciona la viga de amarre superior.

Vigas

Las vigas de amarre superior como elementos de confinamiento horizontal son elementos general-

mente inexistentes, debido a que, en opinión de los propietarios de las viviendas, carecen de importancia y, por lo tanto, su construcción es un gasto innecesario. Los propietarios consideran comúnmente que una vez se construya una placa de entrepiso para el siguiente piso, el sistema quedará confinado de manera satisfactoria.

Muros o mamposterías

Predominantemente, los muros son de mampostería con ladrillo tipo bloque, o de ladrillo macizo. Existen también algunos de bloque de mortero de cemento o ladrillo tipo calicanto. Se utilizan de tal manera que tomen desde una parte hasta la totalidad de las cargas verticales, que se transmiten a la cimentación.

Escaleras

Se observó la ausencia de un plano inicial o herramienta de diseño que implique considerar la cimentación para la escalera desde el inicio de la construcción; por el contrario, la escalera se convierte en un elemento añadido por necesidad de función cada vez que un nuevo piso se añade a una construcción ya existente.

Cubiertas y placas de entrepiso

En la tabla 2 se pueden observar las condiciones evaluadas en los diversos estudios para el elemento estructural de cubiertas y placas de entrepiso.

Tabla 2. Características de la estructura evaluada por las metodologías

Cubiertas o placas	Fopae-795-2008	CVP	UD	IPI
Tipo de cubierta	Placa	Plana Inclinada Maciza Ligera		Se evalúan las dos

Sistema de apoyo		Vigas Correas Anclaje al muro	Existencia de vigas de amarre Evaluación del amarre de la cubierta Apoyo de la placa	
Placas	Material (madera, concreto reforzado, concreto simple) Tipología (loza corrida, maciza o aligerada) Cargas (concentradas o excesivas)		Peso de la losa (relación de espesores)	Espesor de la placa Tipo maciza o aligerada Existencia de vigas descolgadas
Cubiertas		Estado de la Cubierta (bueno, regular o malo) Amarre de la cubierta (bueno, regular o malo)	Peso de la cubierta (liviana, mediana o pesada) Evaluación de la estructura y amarre	Existencia de vigas Materiales Elementos de amarre Anclaje de muros

Fuente: elaboración propia.

El concepto más frecuente de cubierta para una vivienda de desarrollo progresivo en altura es utilizar la última placa aérea construida como cubierta provisional, sometiéndola a un intemperismo severo y no previsto; de esta manera, el concreto sufre procesos de carbonatación acelerados.

Cuando las viviendas cuentan con cubiertas livianas o de fibro-cemento, las estructuras de soporte —ya sean de madera o metálicas— presentan un anclaje deficiente a la mampostería del último piso, además de la ausencia de amarres para sujetar las tejas a su estructura de soporte. Para suplir este escaso amarre de las tejas, puedo verse el uso de elementos pesados sueltos y de forma caprichosa sobre la cubierta.

Vivienda tipo caracterizada

Conforme a las observaciones anteriormente presentadas, en la siguiente tabla se establecen las características de una vivienda típica.

Tabla 3. Características típicas de las viviendas según los resultados de la observación

Característica	Observación
Cimentación	Vivienda de dos pisos, con cimentaciones aisladas (zapatas).
Profundidad	Profundidad máxima de 1,5 m.
Estructura de contención o/y nivelación	La estructura de nivelación, que en ocasiones es utilizada para acción de contención, corresponde a muros de piedra pegada.
Sistema estructural	No presenta un sistema estructural definido y se puede considerar un híbrido o una combinación de varios sistemas (mampostería simple, confinada o pórticos de concreto). Luego de la evaluación, se recomienda que estas viviendas traten de asemejarse a un sistema de mampostería confinada, dado el menor nivel de intervención en un posible reforzamiento.

Característica	Observación
Columnas	Presencia de columnas o columnetas con un área transversal que varía entre 240 cm ² y 625 cm ² , con un refuerzo longitudinal de 4 barras N.º 4 o de ½ pulgada y refuerzos transversales de barras N.º 2 o N.º 3 con distancias entre ellos de 20 cm, 25 cm o 30 cm.
Vigas	Se presentan vigas uniendo o integrando algunos elementos de la cimentación o como apoyo a algunos muros en la vivienda; sin embargo, carece de vigas de entrepiso o vigas cinta como soporte de la cubierta.
Muros	Se identifican los muros en bloques de arcilla de perforación horizontal y principalmente en el sentido longitudinal lo que aumenta la rigidez de esta dirección en la vivienda.
CUBIERTA y PLACA	La vivienda tiene una cubierta liviana apoyada en una estructura inestable y una placa de entrepiso maciza de 10 a 15 cm de espesor.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

Puede concluirse que dentro de las características típicas de las viviendas de sectores de población vulnerable se encuentran numerosas prácticas deficientes en la construcción, como:

- Muros y columnas sin viga de confinamiento en la base.
- Sistemas de contención sin confinamiento.
- Muros divisorios y de fachada sin amarres adecuados.
- Combinación inadecuada de mampuestos.
- Fachada con mampuestos sin amarre.
- Pórticos improvisados e inadecuados.

- Soportes de cubierta hechos con materiales inadecuados.
- Adición de masa no prevista a la placa de la cubierta.
- Cubiertas con anclajes inapropiados.
- Losas con acero expuesto.
- Losas en voladizo soportado en pie de amigo.

Se reconoce que una de las causas principales de la mayoría de estas malas prácticas de construcción es la carencia de conocimiento técnico de aquel que construye, como por ejemplo, la extendida creencia de que una construcción no funciona necesariamente como un todo coherente, sino que los pisos pueden apilarse uno sobre otro sin aplicar un buen concepto de amarre con el anterior. Esta es una observación que coincide con lo encontrado en otros estudios pertinentes (Yamin, García, Galeano y Reyes, 1993).

Estas características riesgosas de las viviendas son consecuencias directas de la construcción informal que predomina en estos sectores urbanizados de Bogotá. Se recomienda entonces la implementación de programas educativos accesibles a esta población vulnerable, enfocados a la prevención de malas prácticas ya identificadas. Esto es pertinente debido a que la formalización absoluta de la construcción no es una solución a corto plazo para la construcción particular o informal.

Así mismo, se recomienda la implementación de medidas de corrección a estructuras ya existentes, que pueden incluir adición de elementos faltantes como pórticos y reforzamiento estructural de muros y soporte de cubiertas, entre otros.

FINANCIAMIENTO

Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (Swisscontact).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los profesores del proyecto curricular de Ingeniería Civil de la Facultad Tecnológica, de la Universidad Distrital

Francisco José de Caldas, y a los compañeros del grupo de investigación “Implementación tecnológica en la vivienda popular”, por sus valiosos aportes y comentarios en el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS (2010). Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Caja de Vivienda Popular (2007). *Convenio de Asociación No. 014 de 2007 con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Bogotá: Caja de Vivienda Popular.
- California Seismic Safety Commission (2005). *Guía de Seguridad contra terremotos para propietarios de viviendas*. Sacramento: California Seismic Safety Commission.
- Cardona, O. D. (2001). Estimación holística del riesgo sísmico empleando sistemas dinámicos complejos. (Tesis doctoral). Univesidad Politécnica de Cataluña, España.
- Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano y Regional (2011). *Convenio de Asociación No. 082 de 2011 SDHT-CE-NAC, Fase 5: El proceso de la ciudad informal*. Bogotá: Secretaría Distrital de Hábitat.
- Fondo de Prevención y Atención a Emergencias (2008). *Contrato No. 795-2008*. Bogotá: Fondo de Prevención y Atención a Emergencias.
- Ingeniería y Proyectos de Infraestructura (2003). *Estudio de Vulnerabilidad sísmica de viviendas construidas informalmente en la localidad de Ciudad Bolívar*. Bogotá: Caja de Vivienda Popular.
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas (2008). *Convenio Asociación No. 006 de 2008 SDHT-UD*. Bogotá: Secretaría Distrital de Hábitat.
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas (2007). *Convenio de Asociación No. 009 de 2007*. Bogotá: Fondo de Desarrollo Local de Usme.
- Yamin, E., García, L., Galeano, L. y Reyes, G. (1993). Comportamiento Sísmico de muros de mampostería confinada y recomendaciones para el diseño. *Primer Simposio Panamericano sobre construcciones en mampostería estructural en zonas sísmicas*, Bogotá.