

# PLAN TERRAZAS, UN CASO DE ESTUDIO PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN LAS VIVIENDAS DE ORIGEN INFORMAL EN BOGOTÁ

## *TERRACE PLAN PROGRAM, A CASE STUDY FOR THE REDUCTION OF INFORMAL HOUSING VULNERABILITY IN BOGOTA.*

S. ANDRADE<sup>1</sup>, D. NARVÁEZ<sup>2</sup>, C. BARBOSA<sup>3</sup>, M.L.B. COLLINS<sup>4</sup>, A. PAVAN<sup>5</sup>, M. PINILLA<sup>6</sup>

<sup>1</sup> CEng. MSc., Build Change, Ingeniera líder para Colombia, Bogotá, [sofia@buildchange.org](mailto:sofia@buildchange.org)

<sup>2</sup> CEng., Caja de Vivienda Popular, Coordinador Técnico Plan Terrazas, Bogotá, [dnarvaezs@cajaviviendapopular.gov.co](mailto:dnarvaezs@cajaviviendapopular.gov.co)

<sup>3</sup> Archt., Caja de Vivienda Popular, Director de Mejoramiento de Vivienda, Bogotá, [cbarbosam@cajaviviendapopular.gov.co](mailto:cbarbosam@cajaviviendapopular.gov.co)

<sup>4</sup> PE. SE. LEED AP. MSc., Build Change, Vicepresidente de Ingeniería, New Jersey, USA, [lizzie@buildchange.org](mailto:lizzie@buildchange.org)

<sup>5</sup> CEng. ICE., Msc., Build Change, Ingeniero Asociado, Milán, Italia, [annap@buildchange.org](mailto:annap@buildchange.org)

<sup>6</sup> Antr. MSc., Build Change, Gerente de País-Colombia, Bogotá, [manuela@buildchange.org](mailto:manuela@buildchange.org)

### Resumen

El panorama de la vivienda informal en Colombia es crítico [1]. La reducción de la vulnerabilidad es crucial para mitigar el riesgo existente, incrementar la resiliencia de los centros urbanos y rurales y reducir las muertes y los costos de una reconstrucción.

El Plan Terrazas (PT) es un programa de mejoramiento de vivienda impulsado por la Alcaldía Mayor de Bogotá a través de la Secretaría Distrital del Hábitat y La Caja de Vivienda Popular (CVP), que busca mejorar las condiciones de 1250 viviendas de origen informal, mediante el reforzamiento de la estructura existente y la ampliación progresiva a un segundo nivel [2]. El PT, tiene un impacto social significativo y corresponde a uno de los primeros programas en Colombia de mejoramiento con un enfoque estructural que contribuye en la mitigación del riesgo sísmico.

Build Change asesoró técnica, social y jurídicamente a la CVP en la estructuración y puesta en marcha del PT. Para el reforzamiento de las estructuras existentes se utilizó la metodología alterna del Manual de Build Change aprobada por la CAP mediante resolución 0014 de 2016 y para la expansión vertical a segundo piso se utilizó el título E del reglamento NSR-10.

Siendo así, este documento tiene por objeto presentar el PT como caso de estudio en las fases de evaluación, diseño y construcción. Para esto, se presenta el contexto de la vivienda informal, una descripción del PT, la metodología técnica implementada en el reforzamiento, una descripción de las fases del trabajo y los resultados obtenidos.

Finalmente, se concluye que mitigar la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de origen informal no solo es deseable sino posible y a la escala que Colombia lo necesita, adaptándose a condiciones socioeconómicas actuales mediante una construcción progresiva.

**Palabras clave:** Vulnerabilidad; Riesgo; Resiliencia; Reforzamiento; Construcción Progresiva.

### Summary

The number of houses built in an informal construction in Colombia is critical [1]. Reducing vulnerability of these houses is crucial for disaster risk management, for increasing the resilience of urban and rural areas, and for reducing deaths and the cost of reconstruction.

Plan Terrazas (PT) is house improvement program promoted by the Mayor's Office of Bogotá through the District Habitat Secretariat and the Popular Housing Fund (CVP), which seeks to improve the conditions of 1,250 informal houses, through the retrofitting of the existing structure and the progressive vertical expansion to a second level [2]. The PT, in addition to having a significant social impact, corresponds to one of the first improvement programs in Colombia with a structural approach which contributes to the mitigation of seismic risk.

Build Change provided technical, social and legal assistance to the CVP in the structuring and implementation of the PT. For the reinforcement of the existing structures, the alternative methodology of the BC Manual, approved by the CAP through resolution 0014 of 2016, was used and for the vertical expansion to the second floor, title E of the NSR-10 regulation was used.

Therefore, this document aims to present the PT as a case study in the evaluation, design and construction phases. For this, the context of informal housing is presented, as well as a description of the PT, the alternative methodology implemented in the reinforcement, a description of the phases and the results obtained.

Finally, it is concluded that mitigating seismic vulnerability in informal housing is not only desirable but possible and at the scale that Colombia needs it, adapting to the current socioeconomic conditions through progressive construction.

**Keywords:** Vulnerability; Risk; Resilience; Retrofit; Progressive Construction.

## 1. Introducción a la Vivienda informal

La migración del campo a la ciudad es un fenómeno que se viene presentando desde hace varios años a nivel mundial. De acuerdo con las Naciones Unidas se espera un incremento poblacional de dos billones de personas en los próximos 30 años, donde las zonas urbanas pasaran de albergar el 55% de la población mundial a un 68% [3]. En Colombia se encontró con el Censo del DANE del año 2018 que cerca del 78% de la población vive en zonas urbanas [4], lo que se debe a factores como la modernización de las ciudades, los modelos de desarrollo económico, la búsqueda de empleo y en Colombia, la migración forzada por la persecución política y la violencia que se ha vivido en las últimas décadas [5].

El crecimiento de las zonas urbanas en los países en vía de desarrollo suele estar asociado con el incremento de los cordones de pobreza de las ciudades. A esto hay que sumarle que la urbanización se da con un crecimiento económico muy pequeño, lo que lleva al incremento de la pobreza urbana y al agotamiento de los recursos locales [6]. Se presenta lo que se conoce como "urbanización de la pobreza", hecho que se refleja en el sector de la vivienda, en donde el crecimiento poblacional en las ciudades sobrepasa la oferta de vivienda nueva y usada para personas de escasos recursos y supera la capacidad de los gobiernos de hacer frente a la problemática [6].

Lo anterior genera que las personas con los más bajos ingresos resulten siendo excluidas del acceso a la vivienda formal y opten por una construcción informal, es decir, aquella en la que no intervienen profesionales facultados durante su concepción, diseño y construcción; no se hacen controles de calidad de los materiales ni de los procesos constructivos y en algunos casos, se ocupan terrenos sin tener conocimiento de la zonificación del riesgo de las ciudades, lo que lleva a que estas construcciones sean vulnerables ante amenazas.



Esta problemática no tiene una solución simple, se requiere del trabajo interinstitucional e intersectorial de diferentes actores, como gobiernos locales, el sector privado, grupos comunitarios, instituciones internacionales, entre otros, que coordinen acciones para promover la autoconstrucción guiada, supervisada y controlada, dentro del planeamiento urbanístico de las ciudades, de tal forma que tengan acceso a saneamiento básico, vías de acceso y medios de transporte, centros educativos, etc. [6]. También se requiere incentivar la construcción de vivienda nueva asequible a los estratos socioeconómicos más bajos y estrategias para la mitigación del riesgo ante amenazas de las viviendas informales existentes, evitando que el problema se siga expandiendo.

Si se analiza el caso de Bogotá, el IDIGER obtuvo mediante un estudio estadístico de 944,690 viviendas evaluadas, que el 75% poseían como sistema estructural mampostería simple y mampostería semiconfinada [7], que desde el punto de vista estructural no poseen una respuesta adecuada ante fuerzas sísmicas. Adicionalmente Acevedo et al. [1], reportan que en Bogotá existe una concentración de viviendas que emplean los anteriores sistemas estructurales en los estratos socio económicos más bajos. Lo anterior, es corroborado con la información recolectada por Build Change desde el año 2014.

Considerando todo lo anterior, resulta siendo fundamental como estrategia para la reducción del riesgo de desastres en el país, incluir en los programas de mejoramiento de vivienda la reducción de la vulnerabilidad sísmica.

## 2. Plan Terrazas: Flujo de trabajo y bases técnicas

Plan Terrazas (PT) es un programa de mejoramiento de vivienda impulsado por la Alcaldía Mayor de Bogotá a través de la Secretaría Distrital del Hábitat y La Caja de Vivienda Popular (CVP). De acuerdo con el Documento Técnico de Política Pública, este programa se basa en *dar un soporte jurídico, normativo, técnico, financiero y metodológico, para intervenir de manera progresiva edificaciones de origen informal; con el fin de brindar opciones de reconfiguración arquitectónica, ampliación vertical u horizontal del área construida, e intervenciones de mejoramiento estructural que disminuyan la vulnerabilidad física de las construcciones en los barrios legalizados, frente a sismos*. Para esto se busca mejorar las condiciones de 1250 viviendas construidas en mampostería, mediante el reforzamiento de la estructura existente y la ampliación progresiva a un segundo piso [2].

Para la estructuración del programa se trabajó con un equipo interdisciplinar y fue necesario realizar un balance integral de la normativa vigente dentro del marco regulatorio nacional, distrital e institucional. Así mismo, se creó y se puso en marcha la curaduría cero, llamada en Bogotá Curaduría Pública Social, cuya función es reconocer las viviendas que fueron construidas sin licencia de construcción [8] y que se localizan en barrios que han sido legalizados.

Tomando en consideración lo mencionado anteriormente, fue posible establecer un flujo de trabajo que incluye la selección de las zonas de intervención, la evaluación y diagnóstico de las viviendas, el diseño del reforzamiento y ampliación vertical y/o horizontal, el trámite en la Curaduría Pública Social para la expedición del acto de reconocimiento y la licencia de construcción correspondiente y la ejecución de las obras con un enfoque progresivo (Ver Fig 1).



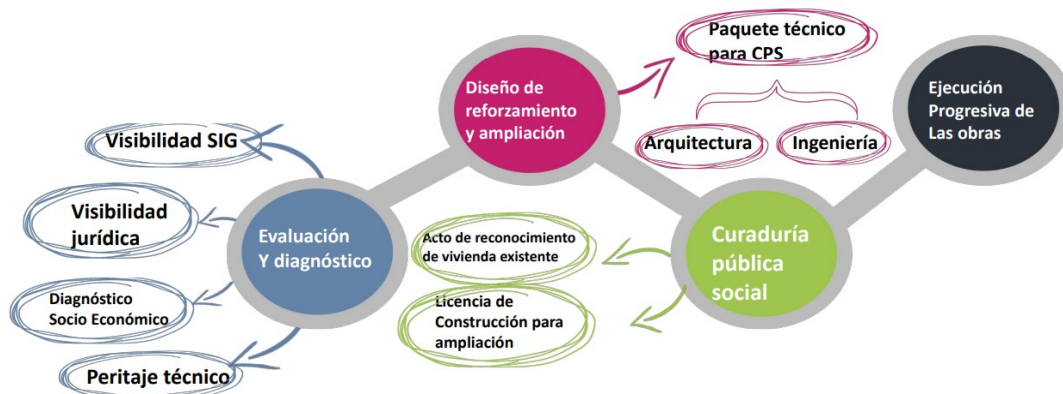


Fig. 1. Flujo de Trabajo Plan Terrazas. Fuente: Build Change Colombia.

## 2.1 Fases de Evaluación, Diagnóstico y Diseño de Reforzamiento

### 2.1.1 Base Técnica. Manual de Evaluación y Reforzamiento de Build Change

La aplicación del reglamento NSR-10 para el reforzamiento de la vivienda informal presenta una serie de limitantes que en muchos casos llevan a que las intervenciones no sean factibles. El Capítulo A.10 del NSR-10, indica una metodología para la evaluación e intervención de edificaciones construidas antes de la vigencia del reglamento, que parte de que la estructura cuenta con algunos criterios arquitectónico e ingenieriles aceptados a nivel técnico, lo que no es común encontrar en la vivienda informal. Así mismo, el título E contiene especificaciones para vivienda nueva de uno y dos pisos en mampostería confinada, que a veces resultan difíciles de cumplir considerando los criterios de configuración y resistencia mínima de los materiales.

Siendo así, se decidió implementar como base técnica del PT el uso del Manual de Evaluación y Reforzamiento para la Reducción de Vulnerabilidad en Viviendas de Build Change [9] como metodología alterna para el reforzamiento de las estructuras existentes de origen informal. Este manual fue aprobado por la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes (CAP) mediante resolución 0014 de 2016. En el segundo piso, por tratarse de una ampliación vertical y una obra nueva, se definió el uso del Título E del Reglamento NSR-10.

La metodología se basa en las provisiones de los estándares estadounidenses ASCE 31 y ASCE 41 y tiene por objeto reforzar estructuras existentes antes de la ocurrencia de un sismo, asegurando un nivel de desempeño de salvaguarda de la vida. El procedimiento consiste en realizar la evaluación y posterior reforzamiento con la metodología basada en deficiencias, de tal forma que se alcance un desempeño de salvaguarda de la vida considerando un sismo de diseño con una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años [9] [10] [11].

### 2.1.2 Evaluación, Diagnóstico, diseño de reforzamiento y construcción.

Para la evaluación y diagnóstico de las viviendas se realiza un peritaje técnico a partir de la verificación de deficiencias y un método simplificado de cálculo, con el fin de establecer la viabilidad técnica para ser intervenidas en el PT y definir la propuesta de reforzamiento para garantizar un nivel de desempeño de salvaguarda de la vida, considerando la ampliación vertical.

Ahora bien, aquellas viviendas ubicadas en zonas con potencial de licuación, zonas de amenaza alta por remoción en masa, zonas de alto riesgo no mitigable y con potencial de falla de ladera fueron descartadas del PT. Así mismo, aquellas viviendas localizadas en zonas de exclusión, áreas protegidas o de desarrollo urbanístico, de acuerdo con el POT, no fueron consideradas.

Por otro lado, teniendo en cuenta las limitaciones del subsidio otorgado por parte del gobierno distrital a cada uno de los propietarios, fue necesario realizar un filtro de selección de tal forma que el presupuesto no se utilizara únicamente en el reforzamiento del primer piso. Para esto, se establecieron los estados de daño aceptables en la inspección de cimentación, los elementos verticales y las placas existentes. De forma general se seleccionaron las viviendas menos vulnerables en su estado actual, es decir, viviendas de un piso, con daños leves o ausente.

Durante la fase de diseño de la propuesta de reforzamiento cada una de las deficiencias identificadas fueron resueltas. En adición, el cálculo de las fuerzas cortantes revisadas mediante un porcentaje de área de muros (PAM), fue incluido al verificar que las provisiones fueran mayores que las solicitaciones multiplicadas por los factores de seguridad correspondientes [9].

El programa se encuentra en fase de construcción desde enero de 2022. En las viviendas se realizaron apiques para corroborar las hipótesis de diseño, evaluar el estado de la cimentación y definir las características básicas del suelo. De la misma forma, se inspeccionaron los elementos que son parte del sistema estructural llegando a identificar las columnas, columnetas, los muros y losas existentes que requerían ser intervenidas y en unos pocos casos, demolidas.

## 2.2 Construcción progresiva

El PT cuenta con un subsidio de 45 s.m.m.l.v. que no cubre la totalidad de actividades para el reforzamiento y ampliación del segundo piso completo, es por esta razón que se estableció una estrategia de construcción progresiva que considerara criterios técnicos, sociales y estratégicos.

En los criterios técnicos se incluye la necesidad de mitigación de la vulnerabilidad existente en la vivienda de origen informal y la de realizar ampliaciones seguras. En los criterios sociales se consideran las expectativas, necesidades y prioridades del hogar. En los criterios estratégicos los objetivos y el impacto que el Plan Terrazas requiere lograr en el corto plazo.

A partir de allí, se definió la jerarquía de intervención de tal manera que: primero se realizaran las actividades de reducción del riesgo de colapso; posteriormente aquellas de incremento de resistencia para seguridad limitada, con un sismo cuya probabilidad del excedencia es de 20% en 50 años (A.10 del reglamento NSR-10); continuando con la construcción de la losa de entrepiso, para luego completar las actividades faltantes en primer piso para obtener la resistencia necesaria para un sismo de diseño con una probabilidad del excedencia de 10% en 50 años (A.2 de NSR-10); seguidamente se realizan las actividades de preparación y construcción de la ampliación al segundo piso y finalmente actividades de adecuación de habitabilidad. Cabe mencionar que por tratarse de una construcción progresiva que llega hasta agotar el monto máximo del subsidio, para completar las actividades faltantes los propietarios cuentan con 6 años durante los cuales la CVP asesora y hace un seguimiento de las viviendas.

Como resultado de la ejecución de las obras, de forma general el subsidio ha permitido realizar el reforzamiento en el primer piso, construir la placa de entrepiso, la escalera de acceso y un módulo en el segundo nivel. El PT buscó que dentro de las estrategias de progresividad se lograra que dicho módulo incluyera una habitación, baño y cocina, todo cubierto. No obstante, el alcance depende de las condiciones encontradas en la estructura existente de cada vivienda.



### 3. Discusiones y conclusiones

El PT demuestra que no solo es posible sino deseable cambiar el panorama de la vulnerabilidad de la vivienda autoconstruida en Colombia. Sin embargo, para alcanzar la escala que requiere la mitigación del riesgo en el país, se debe entender y abordar el problema en su complejidad.

En primer lugar, es necesario promover cambios de política pública que permitan la evaluación y mejoramiento estructural de las viviendas de forma más celera, reduciendo trámites a la hora de expedir licenciamientos y acceder a programas y recursos. Adicionalmente, se requiere innovar en los esquemas de financiación para el mejoramiento estructural de viviendas, abriendo nuevos caminos de financiación mixta, con alianzas público-privadas y creación de productos financieros asequibles y dedicados. Asimismo, es fundamental que los recursos técnicos que se han desarrollado a partir de programas como el PT sean diseminados en el sector de la ingeniería, la construcción y de gobierno para su uso, continuo desarrollo y perfeccionamiento. Por último, el uso de la tecnología debe continuar integrándose en estos programas e iniciativas como un aliado para hacer de la reducción de la vulnerabilidad de la vivienda una realidad posible en el país.

Es necesario incluir en las normativas o los códigos capítulos que den soluciones técnicas a las construcciones informales, aspecto que debe ser liderado por los entes gubernamentales y la Academia, como una necesidad prioritaria con el fin de reducir los grandes riesgos de las personas que habitan estructuras vulnerables, en su afán de dar soluciones a sus necesidades básicas.

### Agradecimientos

Los autores desean agradecer a todas aquellas personas que han participado de forma directa e indirecta en el desarrollo de la metodología alterna. Así mismo, desean agradecer al equipo de la Caja de Vivienda Popular y Build Change Colombia quienes han trabajado activamente en la estructuración y puesta en marcha del Plan Terrazas. Finalmente desean agradecer a los propietarios y las familias que actualmente están participando en el programa.

### Referencias

- [1] ACEVEDO A. B., JARAMILLO J., YEPES-ESTRADA C., SILVA V. "Seismic Damage Scenarios for Unreinforced Masonry Structures of Bogotá, Medellín and Cali (Colombia)", 16<sup>th</sup> World Conference on Earthquake, Chile, 2016, pp. 12.
- [2] ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C., SECRETARÍA DE HABITAT, CAJA DE VIVIENDA POPULAR, "Documento Técnico de Política Urbana", Plan Terrazas Distrital, 2021, pp. 231.
- [3] UNITED NATIONS – HABITAT, "The Value of Sustainable Urbanization. World Cities Report," United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), 2020, pp. 418.
- [4] DANE (DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA), "Censo Nacional de Población y Vivienda", Gobierno de Colombia, 2018.
- [5] ZORRO J.L.F., "Tesis: Juventud Rural y Migración del Campo a la Ciudad en Colombia, una Aproximación desde el Análisis Narrativo de Políticas Públicas," Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2021, pp. 148.
- [6] HASLAM P.A., SCHAFER J., and BEAUDET P., "Introduction to International Development. Approaches, Actors, Issues, and Practice", Oxford University Press, Thrid Edition, 2016, pp. 565.
- [7] IDIGER (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO) "Modelación del Riesgo Sísmico en Edificaciones para la Ciudad de Bogotá", 2018.
- [8] MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, "Decreto 1077 de 2015 - Decreto Único Reglamentario de Sector Vivienda, Ciudad y Territorio", 2015.
- [9] BUILD CHANGE, SWISSCONTACT "Manual de Evaluación y Reforzamiento para la Reducción de Vulnerabilidad en Viviendas de Build Change", Build Change Publication, 2015.
- [10] BLAISDELL M. L., HAUSLER E., CABALLERO J., "Adaptación de un Sistema Ingenieril Simplificado de Evaluación y Diseño de Reforzamiento Sismo Resistente para Vivienda en Bogotá, VII CNIS, AIS, Bogotá, 2015
- [11] DAVY C., BLAISDELL M.L., SINCLAIR K.M., HAUSLER S. "Seismic Retrofit of Confined Masonry Houses in Haiti: Lessons from Implementation", 16<sup>th</sup> World Conference on Earthquake, Santiago de Chile, 2016.
- [12] BUILD CHANGE, "Build Change Guide to Resilient Housing. An Essential Handbook for Governments and Practitioners", Build Change Publication, 2021, pp. 132.

