

Caracterización del parque edificatorio residencial de los pisos térmicos frío y templado en Colombia*

Andrea Jorge-Ortiz^o 

Marta Braulio-Gonzalo^s 

María D. Bovea^y 

Resumen

El crecimiento demográfico en los municipios de Colombia ha influido notablemente en la calidad de la vivienda. Este artículo tiene como objetivo proponer un método para caracterizar el parque edificatorio residencial de los municipios ubicados en los pisos térmicos frío y templado, estructurado en tres niveles de caracterización que arrojan diferentes resultados: (I) caracterización temporal, (II) caracterización de la vivienda y (III) caracterización de las soluciones constructivas. En el nivel I se obtienen cinco periodos temporales marcados por eventos históricos, sociales y normativos. Como resultado de los niveles I y II se obtiene la taxonomía edificatoria, que puede ser determinada en función de varios criterios: emplazamiento urbano (barrio o urbanización), tipología residencial (unifamiliar o multifamiliar), adyacencia (aislada, esquinera o entre medianeras) y número de plantas (1, 2/3, más de 3). En el nivel III se analizan las soluciones constructivas y se elabora un catálogo de soluciones típicas para cada uno de los periodos temporales y tipologías. Los resultados del estudio sirven como herramienta a los entes gubernamentales para sugerir el nivel de estratificación socioeconómica de las viviendas atendiendo a la tipología y calidad constructiva.

Palabras clave: construcción, crecimiento demográfico, entorno, estratificación, solución, residencial, tipología.

Ideas destacadas: artículo de investigación que aborda una alternativa para la adecuada caracterización del parque edificatorio residencial en Colombia en los pisos térmicos templado y frío, teniendo en cuenta criterios constructivos, demográficos y socioeconómicos.



RECIBIDO: 14 DE JULIO DE 2022. | EVALUADO: 5 DE AGOSTO DE 2022. | ACEPTADO: 2 DE FEBRERO DE 2023.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Jorge-Ortiz, Andrea; Braulio-Gonzalo, Marta; Bovea, María D. 2024. "Caracterización del parque edificatorio residencial de los pisos térmicos frío y templado en Colombia". *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 33 (1): 230-247. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v33n1.103672>.

* Financiado por la Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital (Generalitat Valenciana, España), en el marco del Proyecto CIGE/2021/054 "Medición de la sostenibilidad de soluciones constructivas de rehabilitación para edificación: indicadores, métricas y escalas de valoración".

^o Universitat Jaume I, Castellón de La Plana – España. ✉ al383370@uji.es – ORCID: 0000-0003-0284-5085.

^s Universitat Jaume I, Castellón de La Plana – España. ✉ braulio@uji.es – ORCID: 0000-0001-8467-136X.

^y Universitat Jaume I, Castellón de La Plana – España. ✉ bovea@uji.es – ORCID: 0000-0002-8261-8693.

✉ Correspondencia: Marta Braulio-Gonzalo, d Universitat Jaume I, Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, Av. Sos Baynat s/n, 12071 Castelló, España.

Characterisation of the Residential Building Stock of the Cold and Temperate Climates in Colombia

Abstract

Demographic growth in Colombian municipalities has notably influenced the quality of housing. This article aims to propose a method to characterize the residential building stock of the municipalities located in the cold and temperate climate, structured in three levels of characterization that yield different results: (I) temporary characterization, (II) housing characterization, and (III) characterization of the constructive assemblies. In level I, five time periods marked by historical, social, and normative events are obtained. As a result of levels, I and II, the building taxonomy is drawn, that can be determined based on several criteria: urban location (neighbourhood or urbanization), residential typology (single-family or multi-family), adjacency (isolated, corner or between party walls), and number of floors (1, 2/3, more than 3). In level III, constructive assemblies are analyzed, and a catalogue of typical assemblies is drawn up for each of the time periods and typologies. The results of the study serve as a tool for government entities to suggest the level of socioeconomic stratification of the dwellings based on the typology and construction quality.

Keywords: construction, population growth, environment, stratification, solution, residential, typology

Highlights: research article that considers an alternative for the adequate characterization of the residential building stock in Colombia in the temperate and cold thermal floors, considering constructive, demographic, and socioeconomic criteria.

Caracterização do parque imobiliário residencial dos pisos térmicos frios e temperados na Colômbia

Resumo

O crescimento demográfico nos municípios colombianos influenciou notavelmente a qualidade da habitação. Neste artigo propor-se um método para caracterizar o parque imobiliário residencial dos municípios situados no clima frio e temperado, estruturado em três níveis de caracterização que produzem resultados diferentes: (I) caracterização temporária, (II) caracterização das habitações e (III) caracterização das montagens construtivas. No nível I, são obtidos cinco períodos marcados por acontecimentos históricos, sociais e normativos. Como resultado dos níveis I e II, é desenhada a taxonomia do edifício, que pode ser determinada com base em vários critérios: localização urbana (bairro ou urbanização), tipologia residencial (unifamiliar ou multi-familiar), adjacência (isolada, esquina ou entre paredes medianeras) e número de pisos (1, 2/3, mais de 3). No nível III, são analisadas as montagens construtivas e é elaborado um catálogo de montagens típicas para cada um dos períodos e tipologias. Os resultados do estudo servem de instrumento para as entidades governamentais sugerirem o nível de estratificação socioeconômica das habitações com base na tipologia e qualidade da construção.

Palavras-chave: construção, crescimento populacional, meio ambiente, estratificação, solução, residencial, tipologia.

Ideias destacadas: artigo de pesquisa que aborda uma alternativa para uma adequada caracterização do parque imobiliário residencial na Colômbia nos pavimentos térmicos temperados e frios, tendo em conta critérios construtivos, demográficos e socioeconômicos.

Introducción

De acuerdo con las Naciones Unidas, el 55 % de la población mundial vive en los perímetros urbanos de las ciudades y se estima que para el 2050 este porcentaje aumente en un 13 %. La mayor causa de la aglomeración de población en los núcleos urbanos es la migración de las áreas rurales a las urbanas, cuyo efecto se produce con mayor celeridad en los países de ingresos bajos y medios, como ocurre en Latinoamérica (ONU 2018). Actualmente en Latinoamérica, el 81 % de la población se encuentra en las áreas urbanizadas y, en el caso de Colombia, en el 2018 el 71,8 % de la población habitaba los centros urbanos (DANE 2019). El aumento de la población requiere de una gestión adecuada de los planes territoriales, en cuanto a temas como la vivienda, los servicios públicos y el transporte, entre otros (ONU 2018). Por ello es necesario, como punto de partida, disponer de una caracterización del parque edificatorio existente.

A nivel global existen diferentes metodologías para caracterizar el parque edificatorio. El proyecto TABULAEPISCOPE (European Project Partners 2012; Diefenbach, Loga y Stein 2014) estableció las bases para realizar dicha caracterización en Europa, considerando diferentes variables, entre las que destacan la tipología edificatoria, el año de construcción y la transmitancia térmica de la envolvente térmica de los edificios. En el marco de este proyecto, países del este de Europa (Hungría, Bulgaria, Serbia y República Checa) implementaron esta metodología (Csoknyai et ál. 2016) y también del sur, como España (Serrano-Lanzarote et ál. 2016) e Italia (Corrado y Ballarini 2016). En Grecia, Dascalaki et ál. (2016) fueron un paso más allá y plantearon diferentes escenarios de rehabilitación del parque residencial existente, integrando también las instalaciones, a la vez que estimaron sus efectos en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. En línea con este proyecto, en España, Braulio-Gonzalo et ál. (2016) caracterizaron el parque residencial teniendo en cuenta variables propias del edificio (tipología y año de construcción), pero también variables urbanas (la forma de la manzana urbana, la orientación y la proporción del ancho de calle). Y, más recientemente, en Suiza, Sasso, Chambers y Patel (2023) propusieron también incluir en la caracterización de los edificios el tipo de urbanización y la forma urbana. Estos últimos estudios denotan un creciente interés por la integración de los aspectos urbanos en la caracterización del parque edificatorio. A nivel de Latinoamérica, hasta la fecha, solo existe un estudio (Yepes-Estrada et

ál. 2017) donde se caracteriza el parque edificatorio en el que se realiza un inventario de edificaciones teniendo en cuenta el riesgo sísmico y las características comunes de construcción en los países de Perú, Chile, Venezuela, Bolivia y Colombia.

La literatura existente en materia de caracterización pone de manifiesto la importancia de clasificar el parque edificatorio existente considerando las características propias de cada región o país. No existe hasta la fecha ningún estudio centrado en el caso de Colombia, por lo que este estudio lo considera, teniendo en cuenta sus particularidades de planeamiento y socioeconómicas.

Colombia es un país ubicado en la zona de convergencia intertropical (ZCIT), por lo que, debido a la convergencia de aire cálido y húmedo, se encuentra clasificado como un país tropical en el cual no existen estaciones. Sin embargo, debido a su vasta orografía marcada por el sistema de cordilleras (occidental, central y oriental), hace que exista una gran variedad de climas (Eslava 1993), siendo este un factor determinante en la distribución de la precipitación, la nubosidad y la humedad, entre otras variables climatológicas.

Desde los inicios del siglo XVII se ha clasificado a Colombia mediante zonas climáticas. El primero en hacerlo fue Caldas en 1802, quien propuso que, dependiendo de la altitud y de la temperatura (°C) de cada región, se clasificara en pisos térmicos: cálido, templado, frío, muy frío, extremadamente frío y nival. Posteriormente en 1915, Lang propuso otra clasificación en la que, a partir de coeficientes donde se relacionaba el régimen de precipitación y la temperatura, se obtuvieron seis categorías de clima: desértico, árido, semiárido, semihúmedo, húmedo y superhúmedo. En 1962, Paul Schaufelberguer combinó la clasificación de Caldas y Lang, obteniendo 25 tipos de clima (IDEAM 2011).

Actualmente, Colombia se clasifica climáticamente en 8 pisos térmicos: cálido, desértico, árido, semiárido, semihúmedo, húmedo, templado y frío (IDEAM 2011). El clasificar las regiones en estos pisos climáticos sirve para establecer la distribución espacial de la sociedad, dependiendo de los servicios ecosistémicos que cada una de zonas climáticas ofrece, además de poder regular la frecuencia de los fenómenos meteorológicos (IDEAM - UNAL 2018).

El piso térmico cálido es el predominante en el país, aunque la mayor población y el mayor desarrollo se dan en las regiones cuyo piso térmico es templado y frío (correspondiente a la región Andina), debido a la necesidad

de un mayor confort térmico de la población y a la variedad de servicios ecosistémicos que existen en dichos climas (González Rozo 2010). Otra de las razones de que estas regiones sean las más pobladas son los fenómenos demográficos de mediados de la década de los cincuenta, marcados por la migración de población en el siglo XX desde diferentes regiones de la zona rural a las grandes ciudades, por desplazamiento forzado o búsqueda de oportunidades de empleo, entre otros factores (Flórez 1995). En estos pisos térmicos se encuentran las ciudades principales como Bogotá, Medellín y Cali, donde se concentra alrededor del 56,7 % de la población del país, dando lugar a la mayoría de los asentamientos urbanos (DANE 2018). Dentro de las características socioeconómicas de la región, hay que denotar la gran desigualdad existente en términos de ingresos, educación y salud, lo que limita las oportunidades para mejorar la calidad de vida de la población (Baena et ál. 2020).

Debido al fuerte crecimiento urbano acelerado, el Estado tuvo que intervenir y formular políticas que adaptaran las ciudades para que tuvieran la capacidad de satisfacer las necesidades de los habitantes, en tema de vivienda, salud, industria y educación, a lo que diferentes planificadores denominaron la “ciudad moderna” (Ramírez Ríos 2011). Sin embargo, estas políticas fueron ineficaces debido a la falta de recursos para atender a la población, que incrementaba gradual y aceleradamente, haciendo que fuera difícil emplear un mecanismo de ordenamiento (DNP 2017). Para ese entonces, el crecimiento de ciudades como Bogotá, Medellín y Cali era difícil de controlar, al igual que el crecimiento de viviendas en asentamientos informales ubicadas en las periferias de los centros urbanos (Valbúena, Mena y César 2013), alterando los límites urbanos. Esta expansión incontrolada hizo que la calidad de vida de la población fuera en deterioro debido a los problemas que trajo consigo, como la congestión vehicular, el incremento en los índices de delincuencia y la variabilidad en la calidad de las edificaciones, también condicionada por las diferentes condiciones socioeconómicas que caracterizaban a la población.

Debido al deterioro de la calidad de vida en las principales ciudades, nuevamente se generó la migración de la población a los municipios aledaños a estas. No obstante, estos municipios no contaban con la calidad urbanística para proporcionar la adecuada calidad de vida, lo que provocó un hacinamiento y por tanto un déficit de vivienda (Galvis 2015; Hernández Garzón 2019). Como respuesta a disminuir este déficit de vivienda, nació una variedad

de tipologías de vivienda y de calidades constructivas, dependiendo del nivel de ingresos en el hogar.

Debido a las diferencias de ingresos en los diferentes hogares de los centros poblados y en respuesta a gestionar el adecuado urbanismo, el gobierno de Colombia formula la metodología de estratificación socioeconómica (DANE 2015), donde, además de clasificar de acuerdo con el ingreso económico de los hogares, se tiene en cuenta la calidad de vivienda. Sin embargo, para determinar el estrato socioeconómico al que corresponde cada vivienda, solo se tienen en cuenta los materiales predominantes de cubierta, fachadas y paredes, cuya información y datos se recogen a partir de una encuesta multipropósito (DANE 2018) realizada en los hogares generalizando todas las zonas del país, sin importar el clima o el año de construcción de las viviendas.

En el 2021, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) reunió a varios expertos para analizar la metodología actual de estratificación, y encontró posibles errores en dicha asignación del estrato, como es la desactualización catastral de predios, el no tener en cuenta las condiciones constructivas de las viviendas sino solo la cantidad de superficie construida (en metros cuadrados) y el hecho de estratificar la manzana en lugar del predio. Ello conlleva a que a algunas viviendas se les asigne un estrato relativamente más alto al que en realidad deberían tener (DANE 2021). Actualmente algunos organismos gubernamentales han cuestionado también dicha metodología, como es el caso de Bogotá, que propone una nueva metodología en donde se integren las características de la vivienda y la capacidad del hogar (SDP 2021a, 2021b). En dicha metodología se propone un indicador global que mide la calidad de vida de los habitantes tanto en su entorno como en la calidad de la vivienda.

Sin embargo, en ninguna de estas nuevas metodologías emergentes la evaluación de las características de las viviendas se realiza de manera desglosada, pues solo se tiene en cuenta el tipo de vivienda y se siguen generalizando las soluciones constructivas de las viviendas de acuerdo con su ubicación, dejando fuera criterios como el año de construcción y el análisis detallado de las soluciones constructivas empleadas para su construcción, que determinan en gran medida la calidad de la vivienda. Pues, a mejor calidad de materiales y mejor diseño, aumenta el confort térmico y la protección frente a los fenómenos climatológicos (Suárez, Jiménez y Millán 2015).

Partiendo de lo anteriormente expuesto, a la fecha no existe ningún tipo de metodología que permita caracterizar las tipologías de vivienda y sus soluciones constructivas, específicas de cada región climática, que tenga en cuenta los diferentes periodos temporales de construcción, por lo que el objetivo principal del presente artículo es proponer un método para la caracterización de parque edificatorio residencial en los pisos climáticos frío y templado de Colombia, que sirva como herramienta para proponer el nivel de estratificación de un predio específico.

Método

De acuerdo con los antecedentes y el objetivo de la investigación, el presente trabajo propone un método para la caracterización del parque edificatorio residencial en los pisos climáticos frío y templado en Colombia, que abarca desde la identificación de la tipología edificatoria en su entorno urbano hasta la caracterización de las soluciones constructivas empleadas. Se compone de los tres niveles de caracterización que se muestran en la Figura 1 y que se describen a continuación.

1. *Nivel I caracterización temporal*: se describen los periodos temporales que marcan hitos en la evolución del parque edificatorio residencial atendiendo a criterios normativos e históricos.
2. *Nivel II caracterización de vivienda*: se describe el tipo de vivienda en función de los siguientes criterios: morfología del área urbana en la que se emplaza (barrio o urbanización) y tipología de la propia vivienda, diferenciando entre residencial (unifamiliar o multifamiliar), adyacencia (aislada, esquinera o entre medianeras) y número de plantas (1, 2/3¹, más de 3).
3. *Nivel III caracterización de soluciones constructivas*: se describen los elementos constructivos de fachada, cubierta, estructura, solera, tabiquería interior y ventanas que constituyen cada una de las tipologías de vivienda identificadas en el nivel II, y en cada periodo del nivel I.

El método propuesto permite obtener varios resultados. El primero es la *taxonomía edificatoria*, basada en los criterios de caracterización definidos en los niveles I y II, que contribuye a definir un conjunto de tipologías edificatorias propias de la región catalogada como piso térmico frío o templado en Colombia y a clasificar cualquier edificio residencial ubicado en ella. El segundo

1 Edificio con 2 o 3 plantas.

resultado es un *catálogo de soluciones constructivas* características de las diferentes tipologías edificatorias. Como tercer resultado, se obtiene la lectura de la *estratificación socioeconómica* en la que puede clasificarse la vivienda, teniendo en cuenta su tipología y sus soluciones constructivas. La obtención de este estrato socioeconómico sugerido puede ser contrastado con el estrato socioeconómico en el que el gobierno de Colombia cataloga la vivienda (DANE 2015), lo que sirve como herramienta para sugerir el nivel de estratificación socioeconómica de la vivienda de acuerdo con su calidad.

Niveles de caracterización

Nivel I: caracterización temporal

Para realizar la caracterización temporal y establecer unos periodos de tiempo que permitan delimitar las características del parque residencial, se realiza una revisión bibliográfica de la evolución de la vivienda en Colombia en función de los eventos históricos, sociales y normativos.

Desde la perspectiva histórica, Ceballos (2008) y Saldarriaga Roa (1995) analizaron la evolución de las políticas de vivienda en Colombia y la dividieron en cinco periodos:

1. Higienista (1918-1942), marcado por la Ley 46 de 1918 (Congreso de la República de Colombia 1918) que estableció la necesidad de dotar a la clase obrera de una vivienda higiénica.
2. Institucional (1942-1965), donde el Instituto de Crédito Territorial (ICT) formuló normativas que fijaron criterios sobre la localización de los barrios o proyectos, equipamientos, vías de acceso, número de habitaciones, áreas mínimas, iluminación y ventilación, la proporción de los baños respecto a otros espacios, y los materiales de construcción.
3. De transición (1965-1970), marcado por la alta migración de la población de la zona rural a las principales zonas urbanas de municipios como Bogotá o Medellín. Se estableció la normativa para mejorar la malla vial de las ciudades en expansión y mejorar la cobertura del sistema de acueducto y alcantarillado, pero no se establecieron normativas sobre edificación, que principalmente son viviendas de autoconstrucción.
4. Corporaciones de ahorro (1971-1990), caracterizado por un crecimiento desmedido de las grandes ciudades y de las principales zonas urbanas, provocando un déficit de vivienda. El ICT construyó las primeras viviendas subsidiadas por el Estado.

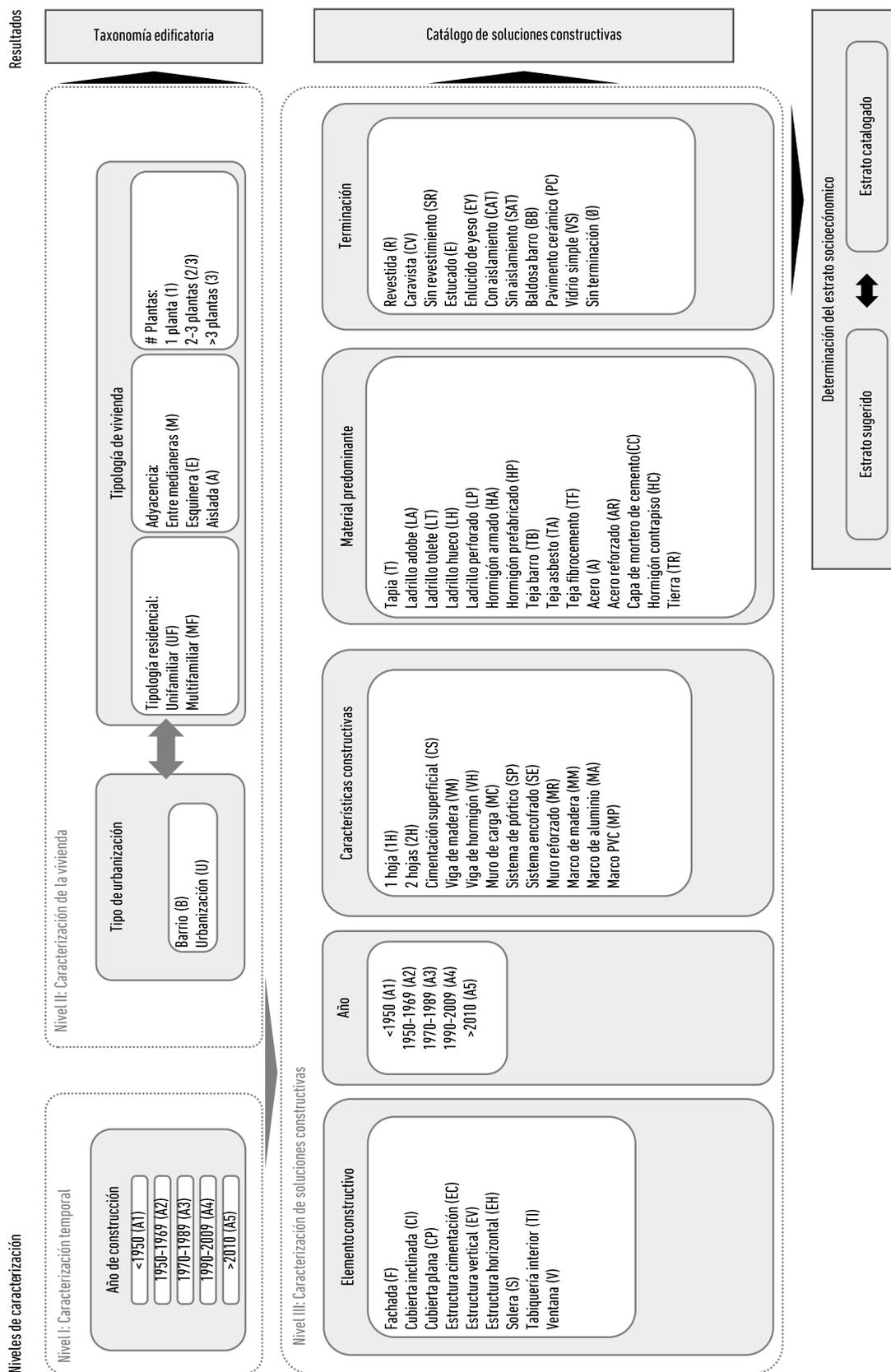


Figura 1. Método propuesto. Fuente: Jorge-Ortiz, Braulio-Gonzalo y Bovea (2022).

5. Concepción de mercado y subsidios de vivienda (1990-2012), en el que se generalizó la construcción de las viviendas subsidiadas por el Estado: Viviendas de Interés Social (VIS), donde el estado financia una parte con los subsidios, y las Viviendas de Interés Prioritario (VIP), que son viviendas para la población en condición de vulnerabilidad.

Simultáneamente a estos cinco periodos, y desde la perspectiva social, diferentes acontecimientos condicionan el crecimiento demográfico, el tipo de construcción y, por tanto, la tipología de vivienda. Las primeras migraciones a las principales ciudades se dieron posteriormente al finalizar la Guerra de los Mil Días (1902), debido a que la mayoría de las zonas terminaron en ruinas y sumidas en la pobreza. Otro evento histórico que marcó el crecimiento demográfico en las ciudades fue Bogotazo en 1948, que generó el desplazamiento de miles de habitantes de los municipios de la región Andina a las principales ciudades. Fruto de esto nacieron los primeros barrios populares obreros en las principales ciudades, en forma de asentamientos de índole informal o como producto de la parcelación de haciendas.

Desde la perspectiva normativa, la evolución de la vivienda estuvo marcada por los movimientos sísmicos acontecidos en el país y al auge de la construcción de viviendas de más de dos plantas, lo que llevó a expedir el Decreto 1400 de 1984, que constituye el primer intento de código de la edificación para unificar el diseño y la construcción de las viviendas de más de dos pisos. En dicho decreto se describen los materiales de construcción a emplear dentro de los sistemas estructurales (García 2014), dependiendo del riesgo sísmico de cada municipio, y tuvo vigencia durante 14 años.

En 1997 mediante la Ley 388 (Congreso de la República de Colombia 1997) se decretó que todas las ciudades y municipios sin importar su tamaño formulen e implementen un plan de ordenamiento territorial (POT), en el cual se deben establecer las metas ambientales, sociales y económicas a largo plazo en cuanto al uso, la ocupación y la transformación del entorno físico, urbano y rural (Villegas Rodríguez et ál. 2010). Dichos planes de ordenamiento entraron en vigor en el 2000.

En 1998 se estableció la primera actualización de normativa sobre construcción sismorresistente (NSR-981, 998), en la que se catalogaron los municipios dependiendo de su clasificación sísmica y se definieron los sistemas de construcción según dicha clasificación. Asimismo, se incorporó el uso de materiales prefabricados para la construcción de las viviendas.

En el 2010 la norma técnica NSR-98 se actualizó nuevamente y pasó a denominarse NSR-10 (2010), que introdujo la mejora de los materiales de construcción y los espesores que se deben emplear en la envolvente de la vivienda. Desde entonces, la normativa no ha tenido ninguna modificación y es, actualmente, la guía de referencia para la construcción de edificaciones.

Por otro lado, cabe destacar que Colombia no contaba con ninguna norma básica de construcción que tuviera en cuenta el piso térmico de la región y las condiciones con las que debían construirse los edificios para mejorar su eficiencia energética y reducir el consumo de recursos. Así pues, los edificios residenciales generan un alto consumo de energía y de recursos (Giraldo-Castañeda, Czajkowski y Gómez 2021) que, además, ha aumentado notoriamente en las últimas décadas debido a la necesidad de la población de tener un confort térmico mediante sistemas de refrigeración y calefacción (Rubiano Martín 2016). Ante esta problemática, el Estado formuló la Resolución 0549 (2015), que obliga a los nuevos proyectos tipo VIS y VIP a cumplir con las estrategias para el ahorro de agua y energía, dependiendo de la zona climática en la que se ubican.

La Figura 2 muestra una síntesis de la evolución descrita mediante una línea temporal. A partir de ella, se propone fijar los cinco periodos temporales representativos que han marcado la evolución constructiva en Colombia y que se muestran en la parte inferior de dicha figura. Estos son: A1 (<1950), A2 (1950-1969), A3 (1970-1989), A4 (1990-2009) y A5 (>2010).

Nivel II: caracterización de vivienda

La caracterización de la vivienda puede realizarse atendiendo a diferentes criterios: zona o área urbana en la que se encuentra ubicada, tipología de vivienda y adyacencia.

En cuanto a la zona o área urbana, según el informe de huella de urbana de la Región de Bogotá en Colombia (IDOM 2018), tanto las principales ciudades como la mayoría de los municipios se encuentran distribuidos espacialmente en barrios y urbanizaciones, cuyas características se describen a continuación:

1. Barrio (B): se define como un espacio físico resultante de la parcelación de tierras, las cuales se pueden encontrar dentro de los límites geográficos municipales dispuestos formando asentamientos legales, o bien en asentamientos fuera de los límites geográficos en zonas de riesgo, formando barrios ilegales o marginales (Ludeña 2006). Así pues, en los barrios puede

encontrarse una gran diversidad de viviendas, marcadas por sus características constructivas que, en su mayoría, son resultado de la autoconstrucción, lo que genera a su vez una morfología en el barrio de tipo irregular.

- Urbanización (U): se define como un espacio físico resultante de la parcelación homogénea del territorio, el cual cumple con las normas y licencias correspondientes

a nivel de urbanismo (Uribe Tami 2014), generando una morfología urbana de tipo regular. La construcción en este espacio físico puede ser desarrollada por entes gubernamentales o promotores privados dando origen a las viviendas VIS, VIP y privado; dependiendo del proyecto, el conjunto de viviendas tendrá las mismas características constructivas.

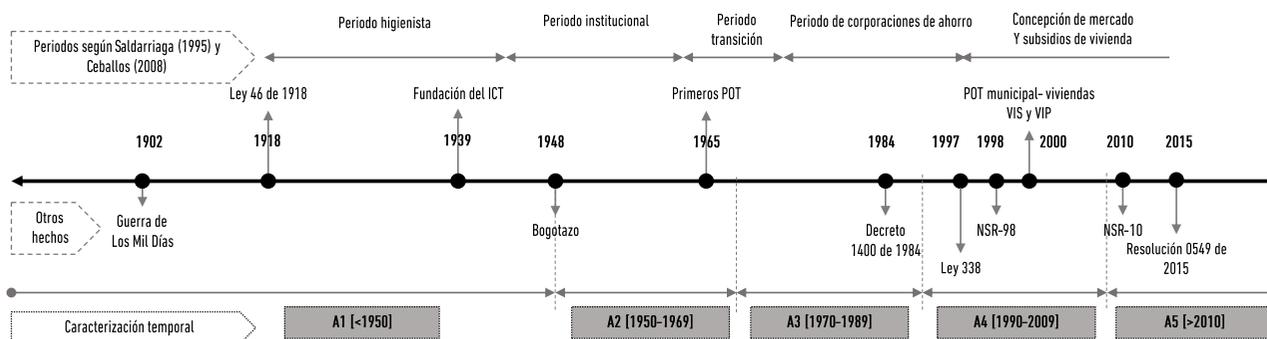


Figura 2. Caracterización temporal de la vivienda en Colombia. Fuente: Jorge-Ortiz, Braulio-Gonzalo y Bovea (2022).

La tipología de vivienda depende de la zona o área urbana en la que se encuentra ubicada, pues la disposición del entramado urbano (manzanas) determina si los edificios se construyen de forma contigua, es decir, compartiendo muros medianeros, o bien, si se construyen de forma aislada, por ejemplo, en condominios cerrados. Así, las viviendas unifamiliares suelen encontrarse tanto en barrio como en urbanización, mientras que las viviendas ubicadas en edificios multifamiliares suelen emplazarse en urbanizaciones.

En cuanto a la tipología residencial, las viviendas pueden clasificarse como unifamiliar o multifamiliar, con las siguientes características:

- Unifamiliar (UF): unidad básica de vivienda caracterizada por ser de baja altura destinada a un núcleo familiar y que por el tipo de construcción puede ser de autoconstrucción, VIS, VIP o privado.
- Multifamiliar (MF): constituye un edificio en altura que aglutina un conjunto de viviendas y por tanto más de dos núcleos familiares. Estas solo son de origen: VIS, VIP o privado.

Por su tipo de adyacencia, las viviendas pueden ser de tipo:

- Aislada (A): viviendas o edificios que se encuentran exentos, no anexionados a ningún otro. Por tanto, todas sus fachadas están libres y en contacto con el ambiente exterior.

- Entre medianeras (M): viviendas o edificios contiguos a otro, de forma que comparten muros medianeros. Al menos, tienen una fachada libre.
- En esquina (E): viviendas o edificios que constituyen el vértice de una cuadra o manzana urbana, por lo que tienen al menos dos fachadas libres.

El número de plantas determina la altura del edificio y, por tanto, su morfología. Las viviendas se clasifican, por su número de plantas, en:

- Una planta (1): altura propia de las viviendas unifamiliares.
- Dos o tres plantas (2/3): altura propia de las viviendas unifamiliares.
- Más de tres plantas (3): altura propia de los edificios multifamiliares.

Teniendo en cuenta tanto la caracterización temporal como la de la vivienda, que dará como resultado la taxonomía edificatoria, se observa lo siguiente. En el periodo A1 (<1950) los principales municipios estaban compuestos morfológicamente por barrios y las viviendas que ocupaban mayoritariamente el suelo eran de tipo unifamiliar entre medianeras de una planta.

En el periodo A2 (1950-1969), al igual que para A1 (<1950) los municipios estaban distribuidos en barrios compuestos por viviendas de tipo unifamiliar y esquinera, debido a la geometría de la parcela. En las principales ciudades y en los municipios con mayor población se comienzan a construir viviendas de 2 o 3 plantas.

Para el periodo A3 (1970-1989), los barrios comenzaron a experimentar los cambios normativos, de manera que algunas viviendas que anteriormente eran de una planta se adecuaron para agregar una planta más. También siguió en auge la construcción de viviendas unifamiliares de 2 o 3 plantas.

Con la llegada de los subsidios de vivienda, la dinámica morfológica de los municipios se vio modificada, ya que aparecieron las primeras urbanizaciones. Así, durante el periodo A4 (1990-2009) el auge de la construcción de viviendas unifamiliares del periodo anterior dio paso a las viviendas multifamiliares, para mitigar el déficit de vivienda en los municipios.

En el periodo A5 (>2010), debido a la alta demanda de vivienda, la morfología de los municipios pasó de ser netamente de barrio o de urbanización a ser tipo mixta, encontrando viviendas de todo tipo: unifamiliar

autoconstruida de 1 planta o 2/3 plantas, unifamiliar de tipo VIS, VIP o privada, y multifamiliar.

Nivel III: caracterización de soluciones constructivas

Las tipologías de vivienda de un mismo periodo se construyeron en el mismo contexto histórico y de acuerdo con la misma normativa, por lo que se caracterizan por presentar las mismas o muy similares soluciones constructivas.

Con el fin de analizar las soluciones constructivas de cada uno de los periodos temporales definidos en el nivel I para los sistemas constructivos de fachadas, cubiertas inclinadas/planas, estructuras de cimentación/vertical/horizontal, soleras, tabiques internos y ventanas, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica, cuyos principales estudios se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Revisión bibliográfica

Referencia	Objetivo	Región analizada	Elemento constructivo								
			F	CI	CP	EC	EV	EH	S	TI	V
CENAC (1977)	Analiza las soluciones constructivas de los municipios de la región de Cundinamarca.	Cundinamarca	x	x			x	x	x		x
CENAC-ICT (1980)	Descripción de las viviendas de los barrios populares en la década de los ochenta.	Andina	x	x		x	x	x	x	x	x
Saldarriaga Roa (1984)	Caracterización de las tipologías rurales en Colombia.	Colombia	x	x		x	x	x	x	x	
Presidencia de la República (1984)	Norma sismorresistente de Colombia (primera versión).	Colombia	x			x	x	x			
Mejía (1998)	Descripción de sistemas constructivos de los barrios populares en Colombia.	Colombia	x		x				x	x	x
Presidencia de la República (1998)	Norma sismorresistente de Colombia (segunda versión).	Colombia	x	x	x	x	x	x	x	x	
Herrera y Madrid (1999)	Definición de sistemas estructurales y no estructurales cuyo material predominante es la mampostería.	Colombia	x				x	x	x	x	
Universidad de Los Andes (2000)	Descripción de los sistemas constructivos utilizados en las viviendas VIS.	Cundinamarca	x	x	x		x	x	x	x	

Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (2002)	Memoria de tipologías de viviendas VIS.	Bogotá	x	x		x	x	x	x	x	x
AIS (2004)	Descripción de las viviendas construidas en adobe y tapia.	Andina	x	x		x	x	x	x	x	
Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial (2010)	Norma sismorresistente de Colombia (tercera versión).	Colombia	x	x	x	x	x	x	x	x	
Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2011)	Guía básica de los materiales de construcción usados en las viviendas VIS y VIP.	Colombia	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Torres Tovar y Rincón García (2011)	Descripción de los proyectos de barrios populares de 1990-2010.	Bogotá	x				x	x	x	x	
Valbüena, Mena y García (2013)	Caracterización de materiales de las viviendas autoconstruidas en Bogotá.	Bogotá	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pérez (2014)	Descripción de los proyectos de barrios populares de 1918-2014.	Bogotá	x			x	x				x

Fuente: Jorge-Ortiz, Braulio-Gonzalo y Bovea (2022).

A partir del análisis de contenido de cada uno de los estudios detallados en la Tabla 1, se extraen las siguientes conclusiones para cada sistema constructivo:

1. Fachada (F): las fachadas pueden estar constituidas por un muro simple de una hoja o por un muro de doble hoja, lo que permite crear una cámara de aire intermedia que proporciona cierto aislamiento térmico a la fachada. Los materiales predominantes de los que están constituidas las fachadas son la tapia, el adobe, la mampostería y el hormigón. En algunas ocasiones, a las fachadas se les da un tratamiento de revestimiento exterior para embellecerlas, que puede ser un estucado o un revestimiento cerámico, mientras que, en otras, las fachadas carecen de cualquier revestimiento, quedando visto el propio material principal por el que están constituidas o el ladrillo caravista, que embellece por sí mismo. En las fachadas de las viviendas construidas en el periodo <1950 (A1) el material que predomina es el muro de una hoja de tapia sin revestimiento; en el periodo 1950-1969 (A2), predominan las fachadas de una hoja de tipo caravista de ladrillo de adobe revestido al exterior y al interior. Para el periodo 1970-1989 (A3) las fachadas siguen siendo muros a una hoja, cambiando el material predominante por ladrillo tolete; estos muros eran revestidos en el exterior con material cerámico, estucado o con caravista. En el periodo 1990-2009 (A4) las fachadas de las viviendas pueden ser de dos tipos:

de una hoja o de dos hojas. En las fachadas de una hoja el material predominante puede ser ladrillo hueco o ladrillo perforado, lo que varía el tipo de acabado que se proporciona a la fachada. En las fachadas de ladrillo hueco el revestimiento exterior es material cerámico o estucado, mientras que, en las fachadas de ladrillo perforado, el tipo de acabado es el propio ladrillo, que es caravista. En cuanto a las fachadas de dos hojas, estas hojas se disponen contiguas sin crear una cámara de aire intermedia; el material predominante es el ladrillo tolete y el tipo de acabado es caravista.

2. En los años posteriores (A5, >2010), a las fachadas de dos hojas se les incorpora la cámara de aire, el material predominante es el ladrillo hueco y el tipo de acabado sigue siendo el ladrillo caravista. En este periodo se introducen las fachadas de hormigón prefabricado, en las que también se incorpora aislamiento térmico.
3. Cubierta inclinada (CI): debido a las condiciones climáticas de los pisos térmicos fríos y templados, que conllevan altos niveles de precipitación anual, la mayoría de las viviendas cuenta con cubiertas inclinadas, a un agua o a dos.
4. Para las viviendas construidas en los periodos A1 y A2 (hasta el 1969), las cubiertas se encuentran soportadas mediante vigas de madera, el material de cobertura es la teja de barro cocida y no cuentan con aislamiento térmico. En el periodo A3 (1970-1989) las tejas de cobertura pasan de ser de barro cocido a

tejas de fibrocemento. En los periodos A4 y A5 (desde 1990 hasta la actualidad) las cubiertas inclinadas se encuentran soportadas mediante vigas de hormigón armado y el material de cobertura es la teja de fibrocemento. Cabe indicar que en el periodo A5 (>2010) ya se incorpora material de aislamiento térmico, habitualmente de 30 mm de espesor, lo que proporciona un mejor comportamiento térmico de las viviendas.

5. Cubierta plana (CP): las cubiertas planas cobran importancia en los periodos A4 y A5 (a partir de 1990), siendo el material predominante el hormigón armado de tipo prefabricado, el cual se soporta también sobre vigas de hormigón armado. La diferencia entre los periodos de A4 y A5 es que en este último se incorpora el aislamiento térmico de 30 mm de espesor. Cabe indicar que, aunque se trata de cubiertas planas, no son transitables.
6. Estructura de cimentación (EC): la cimentación de las viviendas construidas en el periodo de A1 (<1950) se ejecutaba con rocas de tamaño irregular compactadas con el mortero de cal y arena. En el periodo A2 (1950-1969) la cimentación pasó a incorporar el ladrillo tolete como material predominante. A partir del periodo A3 (1970-1989) a la época actual, la cimentación se realiza con zapatas y losas de hormigón armado.
7. Estructura vertical (EV): en el periodo A1 (<1950) los muros de carga eran construidos principalmente con tapia revestida con cal, tanto al exterior como al interior. En el periodo A2 (1950-1969) predominan los muros de adobe de doble hoja revestida con mortero de cemento, y, en el periodo A3 (1970-1989), los muros estructurales son de ladrillo macizo de doble hoja revestidos en el exterior y en el interior. Posteriormente, con las políticas para hacer frente a la estabilidad sismorresistente, se introdujeron los sistemas estructurales de tipo pórtico, estructural y dual. Los sistemas estructurales predominantes en las viviendas construidas en el periodo A4 (1990-2009) eran de mampostería reforzada con barras de acero o de sistema dual, mezclando mampostería y columnas y vigas de hormigón armado. En las viviendas construidas con posterioridad al 2010 (A5) se incorpora el hormigón como material predominante en el sistema estructural, formando parte como muro de hormigón reforzado o en el sistema dual de hormigón armado con vigas y columnas de acero.
8. Estructura horizontal (EH): las estructuras horizontales en el periodo de A1 (<1950) eran nulas debido a que el tipo de edificación predominante era de tan

solo una planta y su techo estaba formado por la propia cubierta, plana o inclinada. A partir del periodo A2 (1950-1969) hasta el periodo de A3 (1970-1989) las estructuras horizontales que dividían un piso del otro eran construidas principalmente con vigas de madera con material predominante de acabado en el piso de baldosa de barro cocido. En los periodos A4 y A5 (desde 1990 hasta la actualidad), las estructuras horizontales pasaron de ser de madera a ser de hormigón armado, con pavimento cerámico como material predominante de revestimiento.

9. Solera (S): las soluciones constructivas que componen la solera de las viviendas también han tenido diferentes adaptaciones dependiendo de los periodos de construcción. En el periodo de A1 (<1950) las viviendas tenían soleras de tierra compactada y una capa fina de mortero de cemento como pavimento. Ya en el periodo A2 (1950-1969) al suelo compactado se le agrega una capa de contrapiso construido con ladrillo tolete junto con una capa de mortero y revestimiento de baldosa de barro cocido. A partir del periodo A3 (1970-1989) hasta la fecha, la solera se construye a partir de una losa de hormigón armado, seguida por un hormigón de contrapiso cuya función es nivelar completamente la superficie, y seguido por un revestimiento de suelo que puede ser cerámico, de madera o textil (moqueta).
 10. Tabique interior (TI): en el periodo A1 (<1950) los tabiques de partición eran de tapia sin ningún tipo de revestimiento en ninguna de sus caras; en el periodo A2 (1950-1969) eran de adobe enlucido en ambas caras; en A3 (1970-1989) de ladrillo tolete enlucido en ambas caras; en A4 (1990-2009) de ladrillo hueco también enlucidos en ambas caras; y en el periodo A5 (>2010), además de los tabiques de mampostería enlucidos, se incluyen tabiques de hormigón armado, enlucidos en ambas caras.
 11. Ventanas (V): en Colombia solo se utilizan vidrios simples de tipo monolítico, aunque a través de los años han variado su espesor, pasando de los vidrios monolíticos de 2 mm en el periodo A1 (<1950) a los vidrios monolíticos de 4 mm en el periodo A5 (>2010). La carpintería comenzó siendo a base de marcos hechos en madera en los periodos A1 y A2 hasta 1969. En los periodos A3, A4 y A5 (desde 1970 hasta la actualidad) predominan los marcos de aluminio, y en el periodo A5 (>2010) se incorporan también los marcos de PVC en algunas viviendas.
- Teniendo en cuenta la evolución histórica de la tradición constructiva en Colombia en la zona climática fría y

templada, pueden caracterizarse las soluciones constructivas de fachada, cubierta, estructura, solera y ventanas, típicamente empleadas en cada uno de los periodos temporales, lo que ayuda a generar un catálogo de soluciones constructivas propio de la región estudiada. Para la caracterización, se emplea la codificación que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Codificación de los elementos constructivos

Nombre	Código	Nombre	Código
Elemento constructivo		Material predominante	
Fachada	F	Tapia	T
Cubierta inclinada	CI	Ladrillo adobe	LA
Cubierta plana	CP	Ladrillo tolete	LT
Estructura cimentación	EC	Ladrillo hueco	LH
Estructura vertical	EV	Ladrillo perforado	LP
Estructura horizontal	EH	Hormigón armado	HA
Solera	S	Hormigón prefabricado	HP
Tabique interno	TI	Teja barro	TB
Ventana	V	Teja asbesto	TA
Periodo		Teja fibrocemento	TF
<1950	A1	Acero	A
1950-1969	A2	Acero reforzado	AR
1970-1989	A3	Capa de mortero cemento	CC
1990-2009	A4	Hormigón contrapiso	HC
>2010	A5	Tierra	TR
Características constructivas		Terminación constructiva	-
Una hoja	1H	Revestida	R
Dos hojas	2H	Caravista	CV
Cimentación superficial	CS	Sin revestimiento	SR
Viga madera	VM	Estucado	E
Viga hormigón	VH	Enlucido yeso	EY
Muro carga	MC	Con aislamiento térmico	CAT
Sistema pórtico	SP	Sin aislamiento térmico	SAT
Sistema encofrado	SE	Baldosa barro	BB
Muro reforzado	MR	Pavimento cerámico	PC
Marco madera	MM	Vidrio simple	VS
Marco aluminio	MA	Sin terminación	∅
Marco PVC	MP	-	-

Fuente: Jorge-Ortiz, Braulio-Gonzalo y Bovea (2022).

Resultados

Taxonomía edificatoria

Como resultado de los niveles I y II de caracterización, se obtiene la taxonomía edificatoria del parque residencial de Colombia, en los pisos frío y templado. Esta taxonomía queda recogida en la Tabla 3, que establece un total de 22 tipologías edificatorias en función de los criterios de caracterización anteriormente definidos, que son: el año

de construcción (A1-A5), la tipología de urbanización en la que se ubica la vivienda (U o B), la tipología residencial (UF o MF), el tipo de adyacencia (M, E o A) y el número de plantas (1, 2/3 o 3). Así, cada vivienda queda denominada mediante un código que incluye estos cinco criterios: Año - Tipo de urbanización - Tipo residencial - Adyacencia - #plantas. Por ejemplo, una vivienda codificada como A2-B-UF-M-2/3 corresponde a una vivienda construida en el periodo A2 (1950-1969), ubicada en barrio, de tipo unifamiliar entre medianeras con 2 o 3 plantas.

Tabla 3. Caracterización de vivienda

Tipología de urbanización		Barrio (B)				Urbanización (U)		
Tipología residencial		Unifamiliar (UF)				Unifamiliar (UF)		Multifamiliar (MF)
								
	# plantas	1 planta (1)		2-3 plantas (2/3)		2-3 plantas (2/3)		>3 plantas (3)
	Año/ Adyacencia	Entre medianeras (M)	En esquina (E)	Entre medianeras (M)	En esquina (E)	Entre medianeras (M)	Aislada (A)	Aislada (A)
A1	<1950	A1-B-UF-M-1	-	-	-	-	-	-
A2	1950-1969	A2-B-UF-M-1	A2-B-UF-E-1	A2-B-UF-M-2/3	-	-	-	-
A3	1970-1989	A3-B-UF-M-1	A3-B-UF-E-1	A3-B-UF-M-2/3	A3-B-UF-E-2/3	-	-	-
A4	1990-2009	A4-B-UF-M-1	A4-B-UF-E-1	A4-B-UF-M-2/3	A4-B-UF-E-2/3	A4-U-UF-M-2/3	A4-U-UF-A-2/3	A4-U-MF-A-3
A5	>2010	A5-B-UF-M-1	A5-B-UF-E-1	A5-B-UF-M-2/3	A5-B-UF-E-2/3	A5-U-UF-M-2/3	A5-U-UF-A-2/3	A5-U-MF-A-3

Fuente: Jorge-Ortiz, Braulio-Gonzalo y Bovea (2022).

Catálogo de soluciones constructivas

Como resultado del análisis de las soluciones constructivas en los diferentes periodos temporales se obtiene el catálogo de soluciones constructivas existentes en cada periodo y para cada elemento de fachada, cubierta, estructura (de cimentación, vertical y horizontal), de soleira, de tabiquería interior y de ventanas. Así, se establece una denominación para una de ellas, mediante un código, que atiende a los criterios de caracterización definidos en el nivel III, y que es: Elemento constructivo - Año - Características constructivas - Material predominante

- Terminación. La codificación de las soluciones constructivas del catálogo se presenta en la Tabla 4. Por ejemplo, el elemento F-A3-1H-LT-E resulta ser una fachada propia del periodo A3 (1970-1989) de una hoja de ladrillo tolete con estucado como terminación; y el elemento V-A5-MA-VS corresponde a una ventana típica del periodo A5 (>2010) con marco de aluminio y vidrio monolítico simple.

En el Anexo 1 se detallan las características de cada una de las soluciones constructivas recogidas en la Tabla 4.

Tabla 4. Catálogo de soluciones constructivas

	A1 (<1950)	A2 (1950-1969)	A3 (1970-1989)	A4 (1990-2009)	A5 (>2010)
Fachadas	F-A1-1H-T-SR	F-A2-1H-LA-E	F-A3-1H-LT-CV	F-A4-1H-LH-E	F-A5-2H-LH-CV
			F-A3-1H-LT-E	F-A4-1H-LH-R	F-A5-1H-HP-R
			F-A3-1H-LT-R	F-A4-1H-LP-CV	F-A5-1H-LP-CV
Cubiertas	CI-A1-VM-TB-SAT	CI-A2-VM-TB-SAT	CI-A3-VM-TA-SAT	CI-A4-VH-TF-SAT	CI-A5-VH-TF-CAT
				CP-A4-VH-HA-SAT	CP-A5-VH-HA-CAT
Estructura cimentación	EC-A1-CS-R-Ø	EC-A2-CS-LT-Ø	EC-A3-CS-HA-Ø	EC-A3-CS-HA-Ø	EC-A3-CS-HA-Ø
Estructura vertical	EV-A1-MC-T-SR	EV-A2-MC-LA-E	EV-A3-MC-LT-E	EV-A4-MR-LH-E	EV-A5-SP-AR-SR
			EV-A3-MR-LH-E	EV-A4-SE-LP-E	EV-A5-MR-LH-E
					EV-A5-SE-LP-E
Estructura horizontal		EH-A2-VM-TR-BB	EH-A3-VM-TR-BB	EH-A4-VH-CC-PC	EH-A5-VH-CC-PC
Solera	S-A1-TR-CC-SR	S-A2-LT-CC-BB	S-A3-HA-HC-R	S-A4-HA-HC-R	S-A5-HA-HC-R
Tabique interior	TI-A1-1H-T-SR	TI-A2-1H-LA-EY	TI-A3-1H-LT-EY	TI-A4-1H-LH-EY	TI-A5-1H-HA-EY
					TI-A5-1H-LH-EY
Ventanas	V-A1-MM-Ø-VS	V-A2-MM-Ø-VS	V-A3-MA-Ø-VS	V-A4-MA-Ø-VS	V-A5-MP-Ø-VS
					V-A5-MA-Ø-VS

Fuente: Jorge-Ortiz, Braulio-Gonzalo Y Bovea (2022).

Nota: el catálogo de soluciones constructivas completo puede consultarse en el siguiente enlace: www.lcsa.uji.es/catalogo_solconst_colombia.pdf.

La Figura 3 muestra un ejemplo de descripción gráfica de cómo se encuentran compuestas las soluciones constructivas para el periodo A5 (>2010). Como se observa, en los elementos constructivos los materiales que predominan son la mampostería y el hormigón.

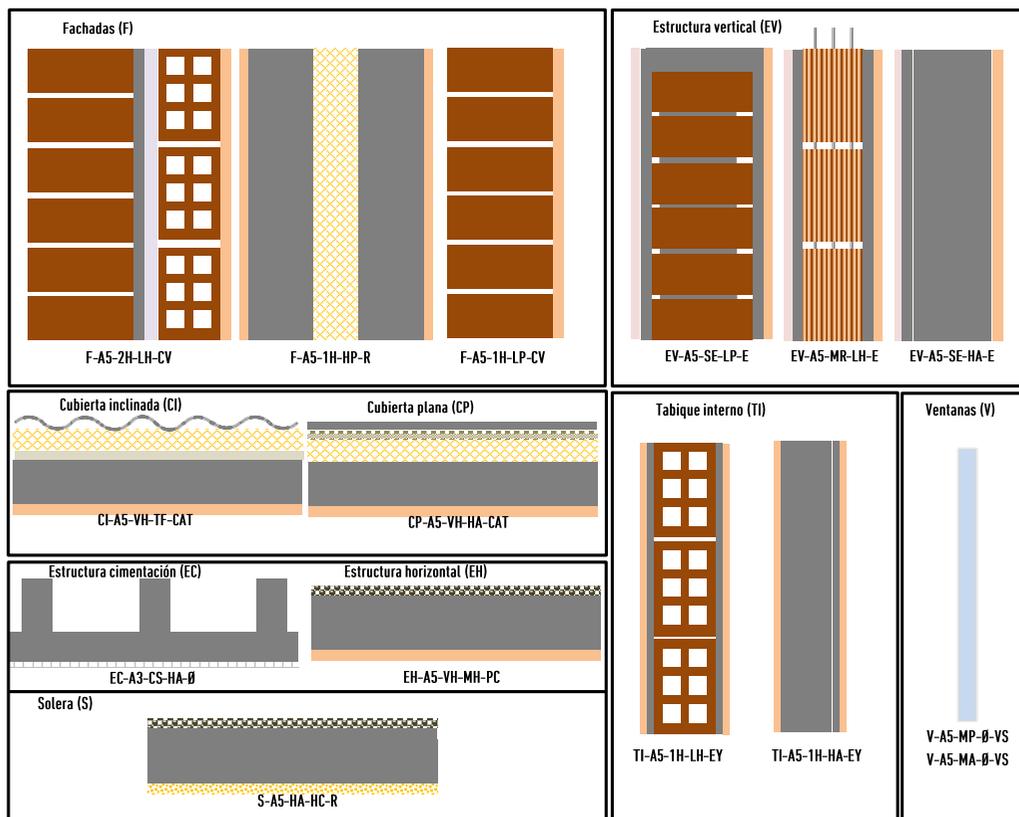


Figura 3. Descripción gráfica del catálogo de soluciones para el periodo A5.

Datos: Jorge-Ortiz, Braulio-Gonzalo y Bovea (2022).

Estratificación socioeconómica

Tomando como base el catálogo de soluciones constructivas (véase Tabla 4), los resultados de las encuestas multipropósito elaboradas por el Gobierno de Colombia (DANE 2018) y referentes académicos (Valbüena, Mena y César 2013; Suárez, Jiménez y Millán 2015) donde se enumeran los materiales predominantes de las viviendas dependiendo del nivel socioeconómico, es posible asignar un estrato a cada predio dependiendo de la taxonomía edificatoria y del catálogo de soluciones constructivas propuestos. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Propuesta de estratificación

Código vivienda	Estrato propuesto
A1-B-UF-M-1	Bajo (E1-E2)
A2-B-UF-M-1	Bajo (E1-E2)
A2-B-UF-E-1	Bajo (E1-E2)
A3-B-UF-M-1	Medio (E3-E4)
A3-B-UF-E-1	Medio (E3-E4)
A3-B-UF-M-2/3	Medio (E3-E4)
A3-B-UF-E-2/3	Medio (E3-E4)
A4-B-UF-E-1	Medio (E3-E4)
A4-B-UF-M-2/3	Medio (E3-E4)
A4-B-UF-E-2/3	Medio (E3-E4)
A4-U-UF-M-2/3	Medio (E3-E4)
A4-U-UF-A-2/3	Alto (E5-E6)
A4-U-MF-A-3	Medio (E3-E4)
A5-B-UF-E-1	Medio (E3-E4)
A5-B-UF-M-2/3	Medio (E3-E4)
A5-B-UF-E-2/3	Medio (E3-E4)
A5-U-UF-M-2/3	Medio (E3-E4)
A5-U-UF-A-2/3	Alto (E5-E6)
A5-U-MF-A-3	Alto (E5-E6)

Datos: Jorge-Ortiz, Braulio-Gonzalo y Bovea (2022).

Como se puede observar en la Tabla 5, a las viviendas construidas en los periodos A1 y A3 se le asigna el estrato bajo, debido a la baja calidad de las características edificatorias. En los periodos A3, A4 y A5, a las viviendas autoconstruidas se les asigna un estrato medio, pues se emplean materiales de mejor calidad constructiva. Sin embargo, en cuanto a las viviendas construidas en los periodos A4 y A5 de tipo VIS y VIP, debido a que deben cumplir con las directrices del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2011), son viviendas de estrato medio. En cuanto a las viviendas de tipo aislado

pertenecientes a los periodos A4 y A5, ubicadas en urbanizaciones con población de poder adquisitivo medio y alto, se les asigna el estrato alto debido a la buena calidad de construcción y de materiales utilizados.

Conclusiones

Este trabajo presenta un método para caracterizar el parque edificatorio residencial en los pisos climáticos frío y templado en Colombia, a partir de tres niveles: temporal, vivienda y solución constructiva. Ello ha permitido obtener como resultado la definición de una taxonomía edificatoria propia y un catálogo de soluciones constructivas para cada tipología de vivienda dependiendo del año de construcción y de la zona urbana donde esté ubicada.

Estos resultados permiten, además, la asignación de un estrato a cada una de las viviendas del parque edificatorio residencial en los pisos climáticos frío y templado en Colombia.

Los resultados obtenidos pueden ser útiles tanto para entes públicos como privados. A nivel público, entidades gubernamentales como alcaldías y personal técnico de los departamentos de planificación (arquitectos e ingenieros) pueden emplearlos en el diseño de planes de ordenamiento territorial, en los procesos de gestión del patrimonio residencial, en la priorización de intervenciones de rehabilitación, así como en la concesión de licencias de obra nueva y rehabilitación, entre otros. Además, los resultados facilitan la asignación del estrato de manera independiente a cada predio en función de su calidad constructiva real, en vez de asignar el estrato dependiendo del estado actual de toda la manzana urbana, como se realiza actualmente, que puede dar lugar a imprecisiones.

Por otro lado, a nivel privado, los resultados pueden asistir a empresas del sector de la construcción y la edificación durante los procesos de diseño o a la ejecución de obras de viviendas nuevas y de rehabilitación.

Además de servir como herramienta para sugerir el nivel de estratificación, los resultados de la caracterización pueden ser útiles a futuro para:

Identificar qué medidas de ahorro energético pasivo se pueden implementar en caso de llevar a cabo procesos de rehabilitación y renovación en las viviendas, dependiendo de su condición climática.

Estimar el consumo energético de las viviendas y el impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción.

Como futuros desarrollos, se plantea continuar el estudio implementando los resultados en una herramienta

de análisis espaciotemporal empleando un Sistema de Información Geográfica (SIG). Para finalizar, el estudio podría completarse integrando la variable ambiental y económica a cada una de las soluciones identificadas en la taxonomía.

Agradecimientos

Gracias a la Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital (Generalitat Valenciana, España), por el apoyo en la realización de este artículo a través del financiamiento del Proyecto CIGE/2021/054 “Medición de la sostenibilidad de soluciones constructivas de rehabilitación para edificación: indicadores, métricas y escalas de valoración”.

Referencias

- AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). 2004. *Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada*. Consultado el 19 de marzo de 2022. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Adobe_sistema_constructivo.pdf
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2002. *Ciudadela El Recreo: memoria del modelo de gestión de Metrovivienda*. Bogotá: Metrovivienda.
- Baena Salazar, Daniela, Jhoan Sebastián Fuentes Hernández, Laura Tatiana Pino Reyes, Santiago Marín Durán, Shelsea Valentina Horta Pérez y Wilmar Camilo Fonseca González. 2020. *Informe Observatorio Regional ODS - Región Andina*. Bogotá: Observatorio Regional de Objetos de Desarrollo Sostenible de la Universidad de los Andes. Consultado el 25 de abril de 2022. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/508d0062-8e79-4271-b78b-44562273856c/content>
- Braulio-Gonzalo, Marta, María Dolores Bovea, María José Ruá y Pablo Juan. 2016. “A Methodology for Predicting the Energy Performance and Indoor Thermal Comfort of Residential Stocks on the Neighbourhood and City Scales. A case Study in Spain”. *Journal of Cleaner Production* 139: 646-665. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.059>
- Ceballos, Olga Lucia. 2008. *Vivienda social en Colombia. Una mirada desde su legislación (1918-2005)*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- CENAC (Centro Nacional de Estudios de la Construcción). 1977. *Tecnología regional de la construcción y tipologías arquitectónicas de la vivienda rural en Colombia: segunda etapa / Centro Nacional de Estudios de la Construcción*. Bogotá: CENAC.
- CENAC- ICT (Comando de Apoyo de Acción Integral y Desarrollo del Ejército Nacional de Colombia-Instituto de Crédito Territorial). 1980. *Sistemas constructivos en la vivienda masiva popular*. Bogotá: CENAC- ICT.
- Congreso de la República de Colombia. 1918. “Ley 46 de 1918. Por la cual se dicta una medida de salubridad pública y se provee a la existencia de habitaciones higiénicas para la clase proletaria”. *Archivo de Bogotá*. Consultado el 9 de febrero de 2022. <https://acortar.link/VwKsti>
- Congreso de la República de Colombia. 1997. “Ley 388 de 1997: Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones”. Consultado el 9 de febrero de 2022. <https://acortar.link/m8ZrK7>
- Corrado, Vincenzo y Ilaria Ballarini. 2016. “Refurbishment Trends of the Residential Building Stock: Analysis of a Regional Pilot Case in Italy”. *Energy and Buildings* 132: 91-106. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.022>
- Csoknyai, Tamás, Sára Hrabovszky-Horváth, Zdravko Georgiev, Milica Jovanovic-Popovic, Bojana Stankovic, Otto Villatoro y Gábor Szendrő. 2016. “Building Stock Characteristics and Energy Performance of Residential Buildings in Eastern-European Countries”. *Energy and Buildings* 132: 39-52. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.062>
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2015. “Metodología de estratificación socioeconómica urbana para servicios públicos domiciliarios”. Consultado el 7 de marzo de 2022. <https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/estratificacion/ManualdeRealizacion.pdf>
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2018. “Boletín técnico encuesta multipropósito (EM) 2017 Bogotá 18 de julio de 2018”. Boletín técnico DANE. Consultado el 7 de marzo de 2022. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/multi/Boletin_EM_2017.pdf
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2019. “Censo Nacional de Población y Vivienda 2018”. Consultado el 7 de marzo de 2022. <https://acortar.link/2c6>
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2021. “Mesa de expertos de estratificación socioeconómica (Informe final)”. Consultado el 7 de marzo de 2022. <https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/estratificacion/mesa-de-expertos/informe-final-mesa-de-expertos-estratificacion-socioeconomica.pdf>
- Dascalaki, Elena G., Constantinos A. Balaras, Simon Kontoyiannidis y Kalliopi G. Droutsas. 2016. “Modeling Energy Refurbishment Scenarios for the Hellenic Residential Building Stock Towards the 2020 & 2030 Targets”. *Energy and Buildings* 132: 74-90. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.003>
- Diefenbach, N., T. Loga y B. Stein, eds. 2014. *Energy Performance Indicators for Building Stocks*. Darmstadt: EPISCOPE Energy Performance Indicator Tracking Schemes for the

- Continuous Optimisation of Refurbishment Processes in European Housing Stocks.
- DNP (Departamento Nacional de Planeación). 2017. *Manual técnico del programa POT modernos*. Consultado el 9 de marzo de 2022. <https://portalterritorial.dnp.gov.co/KitOT/Content/uploads/Manual%20Plan%20de%20ordenamiento%20departamental.pdf>
- Eslava R., Jesús A. 1993. "Climatología y diversidad climática de Colombia". *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 18 (71): 507-538.
- European Project Partners. 2012. "Project EIE TABULA-Intelligent Energy Europe". Consultado el 9 de marzo de 2022. <https://episcopus.eu/iee-project/tabula/>
- Flórez, Julio Enrique. 1995. "¿Transición demográfica en Colombia?" *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 5 (2): 133-146.
- Galvis, Luis Armando. 2015. "Crecimiento económico y demográfico regional en Colombia, 1985-2012". *Revista de Economía Institucional* 17 (33): 183-201. <https://doi.org/10.18601/01245996.v17n33.o8>
- García, Luis Enrique. 2014. "Desarrollo de la normativa sismo resistente colombiana en los 30 años desde su primera expedición". *Revista de Ingeniería* (41): 71-77. <http://doi.org/10.16924/riua.voi41.785>
- Giraldo-Castañeda, Walter, Jorge Daniel Czajkowski y Ana-lía Fernanda Gómez. 2021. "Confort térmico en vivienda social multifamiliar de clima cálido en Colombia". *Revista de Arquitectura* 23 (1): 115-224. <http://doi.org/10.14718/RevArq.2021.2938>
- González Rozo, Pablo. 2010. *El clima y principios de diseño arquitectura bioclimática en los Andes tropicales*. Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Hernández Garzón, Michelle. 2019. "Análisis territorial de la problemática ambiental urbana: el caso del municipio de Facatativá, Cundinamarca, Colombia (1980-2010)". *Perspectiva Geográfica* 24 (1): 92-115. <https://doi.org/10.19053/01233769.9074>
- Herrera, Angelica, y Germán Madrid. 1999. *Manual de Construcción de mampostería de Concreto*. Medellín: Instituto Colombiano de Productores de Cemento.
- IDEAM (Instituto de Hidrología Metereología y Estudios Ambientales). 2011. "Clasificaciones Climáticas Colombia". Presentado en el *II Congreso Nacional del Clima*. Bogotá, Colombia. Del 3 al 5 de agosto de 2011. Consultado el 9 de marzo de 2022. <https://acortar.link/kBaqb3>
- IDEAM - UNAL (Instituto de Hidrología Metereología y Estudios Ambientales - Universidad Nacional de Colombia). 2018. *Variabilidad Climática y el cambio climático en Colombia*. Bogotá: IDEAM - UNAL. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023778/variabilidad.pdf>
- IDOM (Ingeniería y Dirección de Obras y Montaje). 2018. *Estudio de crecimiento y evolución de la huella urbana para los municipios que conforman el área Bogotá - Región*. Bogotá: Alcaldía de Bogotá.
- Ludeña Urquiza, Wiley. 2006. "Barrio y ciudad historiografía urbanística y la cuestión del dominio de referencia. El caso de Lima". *Bitácora Urbano Territorial* 1 (10): 82-105.
- Mejía Escobar, Oscar. 1998. *Materiales y sistemas constructivos innovadores aplicados al habitat popular*. Bogotá: Premio Corona pro Arquitectura.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial. 2010. "NSR-10. Norma Sismo Resistente del 2010". Bogotá. Consultado el 29 de marzo de 2022. <https://acortar.link/CKubCc>
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. 2011. *Los materiales en la construcción de vivienda de interés social. Serie Guías de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social*. Vol. 2. Bogotá: Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Consultado el 29 de marzo de 2022 https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-07/guia_asis_tec_vis_2.pdf
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. 2015. "Resolución 0549 de 2015. Parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en Edificaciones". Colombia. Consultado el 29 de marzo de 2022 <https://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesVivienda/0549%20-%202015.pdf>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2018. "Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo". Consultado el 2 de marzo de 2022. <https://news.un.org/es/story/2018/05/1433842>
- Pérez, Alex Leandro. 2014. "El hábitat residencial según sus transformaciones". *Bitácora* 24 (1): 61-76.
- Presidencia de la República. 1984. "Decreto 1400 de 1984. Por el cual se adopta el Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes". Consultado el 29 de marzo de 2022. <https://acortar.link/nncTkA>
- Presidencia de la República. 1998. "Decreto 33 de 1998. Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismorresistentes NSR-98". Consultado el 29 de marzo de 2022. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1007946>
- Ramírez Ríos, John Fredy. 2011. "La planeación urbana en Colombia: años sesenta-ochenta. Discursos, consultores y comunidades académicas". *Revista de Estudios Sociales* (40): 115-25. <https://doi.org/10.7440/res40.2011.11>
- Rubiano Martín, Manuel Andrés. 2016. "La fachada ventilada y el confort climático: un instrumento tecnológico

- para edificaciones de clima cálido en Colombia”. *Revista de Arquitectura* (18): 138-145. <https://doi.org/10.18389/dearq18.2016.08>
- Saldarriaga Roa, Alberto. 1984. *La arquitectura de la vivienda rural en Colombia*. Bogotá: Colciencia.
- Saldarriaga Roa, Alberto. 1995. *Medio siglo vivienda social en Colombia 1939-1989*. Bogotá: Instituto Nacional de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana (INURBE).
- Sasso, Francesco, Jonathan Chambers y Martin K. Patel. 2023. “Space Heating Demand in the Office Building Stock: Element-based Bottom-up Archetype Model”. *Energy and Buildings* 295: 113264. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113264>
- SDP (Secretaría Distrital de Planeación). 2021a. *Hacia una nueva metodología de estratificación socioeconómica urbana*. Bogotá. https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/hacia_una_nueva_metodologia_de_estratificacion.pdf
- SDP (Secretaría Distrital de Planeación). 2021b. *La estratificación como instrumento de focalización*. Bogotá. Consultado el 7 de marzo de 2022. https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/estratificacion_instrumento_focalizacion_o.pdf
- Serrano-Lanzarote, Begoña, Leticia Ortega-Madrigal, Alejandra García-Prieto-Ruiz, Laura Soto-Francés y Victor Manuel Soto-Francés. 2016. “Strategy for the Energy Renovation of the Housing Stock in Comunitat Valenciana (Spain)”. *Energy and Buildings* 132: 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.087>
- Suárez, Diego Felipe, Iván Felipe Jiménez y María Fernanda Millán. 2015. “Calidad de vida según la estratificación socioeconómica”. *Plautos* 6 (1): 22-31.
- Torres Tovar, Carlos Alberto, y John Jairo Rincón García. 2011. *Suelo urbano y vivienda social en Bogotá, La primacía del mercado y el sacrificio del interés general 1990-2010*. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Universidad de Los Andes. 2000. *Vivienda de interés social: inventario de sistemas constructivos*. Metrovivienda. Bogotá.
- Uribe Tami, María Fernanda. 2014. “La morfología del espacio residencial para la población de bajos ingresos en Bogotá y Medellín”. *Congreso Internacional de Vivienda Colectiva Sostenible*. Del 25 al 27 de febrero de 2014, Barcelona, España.
- Valbúena, Sergio, Milton Mena Serna y César Augusto García Ubaque. 2013. “Características típicas de la vivienda en sectores de población vulnerable en Bogotá”. *Tecnura* 17 (2): 113-121. <https://doi.org/10.14483/22487638.7228>
- Villegas Rodríguez, Ernesto, Diana Gabriela Contreras García, Julie Alejandra Cifuentes Guerrero y Libardo Fernández Almanza. 2010. “Ordenamiento territorial como instrumento, para la zonificación ambiental a través de la Estructura Ecológica Principal, como apoyo a la formulación de los POTs y los POMCAS en Colombia”. *Revista de Tecnología* 14 (2): 49-76. <https://doi.org/10.18270/rt.v14i2.1870>
- Yepes-Estrada, Catalina, Vitor Silva, Jairo Valcárcel, Ana Beatriz Acevedo, Nicola Tarque, Matías A. Hube, Gustavo Coronel-Delgado y Hernán Santa-María. 2017. “Modeling the Residential Building Inventory in South America for Seismic Risk Assessment”. *Earthquake Spectra* 33 (1): 299-322. <http://doi.org/10.1193/101915EQS155DP>

Andrea Jorge-Ortiz

Estudiante de doctorado en Tecnologías Industriales y Materiales en la Universitat Jaume I. Magíster en Eficiencia Energética y Sostenibilidad por la Universitat Jaume I (Castellón-España). Ingeniera Ambiental y Sanitaria por la Universidad de La Salle (Bogotá-Colombia).

Marta Braulio-Gonzalo

Doctora por la Universitat Jaume I. Arquitecta Técnica por la Universidad Politécnica de Valencia (España). Profesora Titular en la Universitat Jaume I (Castellón-España). Su línea de investigación se centra en la evaluación de la sostenibilidad de la edificación y del entorno urbano mediante el análisis energético, ambiental y socioeconómico, así como en el desarrollo de indicadores para su medición.

María D. Bovea

Doctora Ingeniera Industrial por la Universitat Jaume I. Ingeniera Industrial por la Universidad Politécnica de Valencia (España). Catedrática de Universidad en la Universitat Jaume I (Castellón-España). Su investigación se orienta hacia la evaluación de la sostenibilidad mediante la aplicación de metodologías de Análisis de la Sostenibilidad del Ciclo de Vida, con el fin de evaluar el desempeño ambiental, económico y social de sistemas, y hacia su comunicación.