



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

APLICACIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN

**BALAGUERA, Alejandra (1); CARVAJAL, Gloria (2), VALENCIA, Diana (3);
VEGA, Johnny (4); GARCÍA, Ader (5)**

(1)Universidad de Medellín, 340.55.55 ext 5626, email: abalaguera@udem.edu.co (2) Universidad de Medellín, 340.56.11, email: gicarvajal@udem.edu.co (3) Universidad San Buenaventura, email: diana.valencia@usbmed.edu.co (4) Universidad de Medellín, 340.55.55, email: javega@udem.edu.co (5) Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín; agarcia@unal.edu.co

RESUMEN

En Colombia, existen dos tipos de viviendas destinadas a la población más vulnerable, conocidas como Vivienda de Interés Social (VIS) y Vivienda de Interés prioritario (VIP). Para ambos casos, el gobierno es quien establece las pautas para el diseño y la construcción, sin tener en cuenta la calidad de vida de la población que las habita en cuanto al confort y habitabilidad de las mismas, lo cual ha imposibilitado suplir el déficit cualitativo y cuantitativo de vivienda digna, segura y sostenible, desde el punto de vista social, económico y ambiental. Por lo anterior se viene generando inconformidad por parte de la comunidad ante las alternativas habitacionales ofrecidas, ocasionando un impacto social de grandes proporciones, que termina agudizando el problema existente. Este artículo contiene los resultados de la aplicación de los indicadores de sostenibilidad asociados a la selección del sitio para la construcción de proyectos VIS, y al comportamiento bioclimático y ergonómico de las viviendas. La información recolectada proviene del Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad y de los datos obtenidos en campo a través de encuestas y mediciones ambientales en dos proyectos de vivienda subsidiados por el gobierno, localizados en la zona occidental de la ciudad de Medellín. Con los resultados, es posible determinar cuál de los dos proyectos presenta mejores condiciones de sostenibilidad y proponer alternativas de diseño y construcción de viviendas de este tipo bajo condiciones ideales en cuanto a: territorio, movilidad, entorno construido, servicios públicos, materiales de construcción y condiciones bioclimáticas.

Palabras-clave: sostenibilidad, vivienda de interés social, indicadores, materiales, servicios públicos.

ABSTRACT

In Colombia, there are two types of housing for the most vulnerable population, known as Affordable Housing (VIS) and Housing Priority Interest (VIP). In both cases, the government is the one who sets the guidelines for the design and construction, regardless of the quality of life of the population that lives in terms of comfort and habitability of them, which has made it impossible to supply the qualitative deficit and quantitative decent, safe and sustainable housing, in terms of social, economic and environmental terms. Therefore it is generating dissatisfaction on the part of the community before the housing alternatives offered, causing social impact of large proportions, ending exacerbating the existing problem. This article contains the results of the application of sustainability indicators associated with the selection of the site for the construction of VIS projects, ergonomic and bioclimatic behavior of homes. The information gathered provides from the Land Use Plan of the city and the field data through surveys and environmental measurements at two housing projects subsidized by the government, located in the western part of the city of Medellin. With the results, it is possible to determine which of the two projects has better conditions for sustainability and propose

alternative housing design and construction of this type under ideal conditions in terms of: territory, mobility, built environment, utilities, supplies and bioclimatic conditions.

Key-words: sustainability, low income houses, metrics, raw material, public services.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el cambio climático y el inadecuado uso de los recursos, han creado la necesidad de diseñar y construir proyectos sostenibles, que cumplan con las exigencias legales y de habitabilidad. Con base en lo anterior se hace necesario considerar como punto de partida la vivienda digna, pues a pesar de que es un derecho constitucional en la actualidad, Colombia tiene un déficit cuantitativo y cualitativo de la misma, al cual el Estado ha tratado de dar solución a través de la ejecución de proyectos VIS.

Actualmente la demanda de vivienda para los estratos bajos se ha incrementado, debido a circunstancias de orden político, social y económico. Por lo tanto, en Colombia las VIS se proyectan en función del factor económico y se han desligado en gran medida de las condiciones de sostenibilidad, dejando al azar el comportamiento de los diferentes fenómenos naturales a los que se enfrentan diariamente las edificaciones. Éstas, carecen de lineamientos arquitectónicos y constructivos que respondan a las necesidades de los usuarios y a las condiciones del territorio.

Este trabajo hace parte de una investigación cuyo objetivo fue elaborar una metodología de evaluación de sostenibilidad en proyectos VIS mediante la aplicación de indicadores; para ello se consideraron ejes temáticos tales como selección del sitio, materiales de construcción, calidad y consumo de servicios públicos, los cuales arrojaron como resultado la necesidad de disminuir los impactos ambientales asociados a la construcción y el uso de las viviendas. La investigación se realizó en dos etapas: en la primera, se diagnosticaron las temáticas, las variables y su estructura. En la segunda, se recolectó la información para la aplicación de una matriz de evaluación de sostenibilidad a través de indicadores, teniendo en cuenta aspectos que se deben incluir para construir una vivienda digna y accesible para los habitantes de bajos recursos en la ciudad de Medellín.

2. ESTUDIO DE CASO

Se realizó un estudio exploratorio descriptivo sobre los indicadores relacionados con la vivienda de interés social sostenible y su aplicación en dos proyectos de este tipo. Para ello se desarrolló una encuesta basada en la evaluación de las condiciones habitacionales de materiales de construcción, calidad y uso de servicios públicos, ambiente interno y confort.

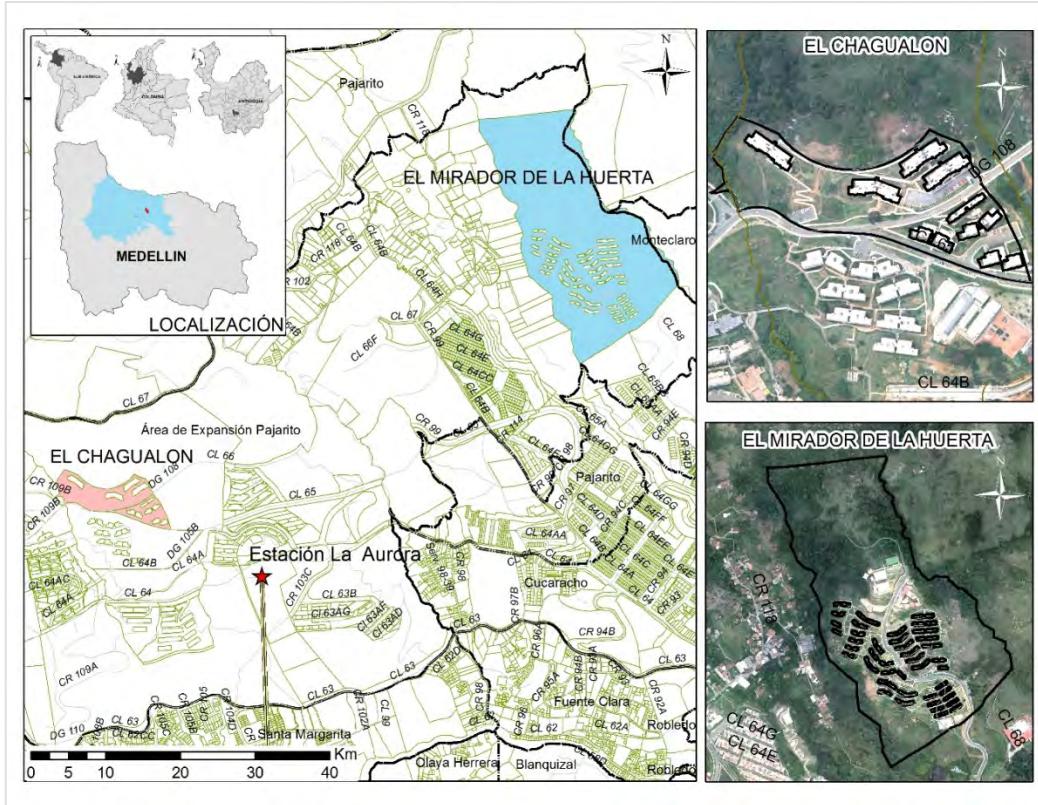
La encuesta se aplicó de forma presencial, en dos proyectos construidos por el Instituto Social de Vivienda y Hábitat de Medellín (ISVIMED), localizados en la zona occidental de la ciudad, específicamente en la comuna 7 (Robledo). Ver Figura 1.

Para el cálculo de la muestra, con el fin de garantizar la representatividad de los resultados de la encuesta se empleó la siguiente fórmula para poblaciones finitas y conocidas:

$$n = \frac{k^2 \times N \times p \times q}{e^2(N-1) + k^2 \times p \times q} \quad [\text{Ec.1}]$$

Reemplazando los valores que se establecen en la ecuación con una probabilidad de ocurrencia (p), y no ocurrencia (q) del 50% cada una, un error de muestreo (e) del 10%, un nivel de confianza del 95%, que en una distribución normal con dos colas tiene un valor de referencia (k) de 1.96, se pudo calcular un tamaño de muestra de 74 apartamentos, sobre una población total (N) de 328 apartamentos para el proyecto El Chagualón, y un tamaño de muestra de 87 apartamentos, sobre una población total (N) de 992 apartamentos para el proyecto El Mirador de La Huerta.

Figura 1. Mapa de localización de la zona de estudio



Fuente: elaboración propia

Para la selección de los proyectos objeto de estudio, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Tipo de proyecto: Edificios.
- ✓ Ubicados en zonas de ladera.
- ✓ Mínimo 150 unidades habitacionales.

Los proyectos considerados como caso de estudio, se eligieron con la premisa de haber sido ejecutados en las últimas administraciones locales, con el fin de determinar desde la cartografía, las visitas de campo, una matriz de indicadores de sostenibilidad y las encuestas de cada tema, cuál de ellos presenta mejores condiciones de sostenibilidad para proponer alternativas de diseño y construcción de viviendas de este tipo. Los proyectos seleccionados fueron El Mirador de La Huerta y El Chagualón, ambos pertenecientes al macro-proyecto de interés Social Nacional Nuevo Occidente “Viviendas con Corazón:

hacia Territorios Equitativos”, ubicado en el área de desarrollo del plan parcial en suelo de expansión de Pajarito en el municipio de Medellín y hacen parte de la unidad de gestión número II de dicho proyecto, el cual corresponde a una iniciativa mixta del sector público y privado que buscó incorporar al suelo urbano 2'300.300m² de suelo rural pertenecientes al corregimiento de San Cristóbal, en lo que alguna vez se denominó Cucaracho, y que se consolidarían como los terrenos de expansión de la ciudad de Medellín.

De los terrenos mencionados, 723.000m² son urbanizados y 792.000m² son terrenos con restricciones, destinados a zonas verdes, conservación de quebradas, paisajismo y espacio público. Los propósitos del plan parcial se enmarcaron bajo el concepto de territorios sostenibles, en donde el nuevo suelo urbanizable cumpliera una función social y ecológica, al dar respuesta al déficit habitacional con el que cuenta la ciudad y dar respuesta a los sistemas bióticos característicos de esta zona de montaña, respectivamente, con la idea de garantizar los derechos a una vida digna y a una ciudad accesible, partiendo del sistema integrado de transporte y la naturaleza, como un medio alternativo de generación de espacio público.

La urbanización El Chagualón fue construida el año 2009, para este tiempo accedieron al título de propiedad los antiguos habitantes de la forma del barrio Moravia y los que fueron trasladados por declaratoria ZARN (Zona de Alto Riesgo No Recuperable), gracias a demanda abierta y por reubicación por la conexión vial Aburrá-Río Cauca. Cuenta con 328 soluciones habitacionales.

El proyecto El Mirador de La Huerta fue construido en el 2006, destinado a familias que fueron reasentadas por declaratoria ZARN (Zona de Alto Riesgo No Recuperable) en sus territorios de procedencia. Cuenta con 992 soluciones habitacionales.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La evaluación de la sostenibilidad partió de la definición de ejes, cada uno de los cuales, se relaciona con elementos importantes a considerar, estos son. Los ejes a su vez se subdividen en temas, cada uno de ellos con un indicador vinculado. A continuación se presenta los resultados obtenidos con la aplicación de los indicadores a los Proyectos El Chagualón y El Mirador de La Huerta.

3.1. Eje temático: Materiales de construcción

La escogencia adecuada de los materiales debe ir encaminada a las normas técnicas que otorgan certificados ambientales a ciertos materiales que cumplen con la responsabilidad de mitigar los efectos e impactos que puedan generarse al medio ambiente, la humanidad y la fauna, y dichos impactos se dan mediante el ciclo de vida de los materiales, entre los que se tienen (Carvajal Peláez et al., 2014):

- La extracción y explotación de materias primas.
- Trasformación de la materia prima.
- Transporte y movilización de materiales
- Etapa de procesos constructivos

- Reciclaje y disposición de desechos.

3.1.1 Descripción de los indicadores

A continuación se presenta la descripción general de cada uno de los indicadores valorados para los proyectos en estudio, teniendo en cuenta que dicha valoración se realizó para niveles de pisos bajos, medios y altos.

- *Origen de materiales para las viviendas*, medido en porcentaje y considera el origen de material (Reusado, Reciclado y Nuevo).
- *Ánálisis de distancia al origen de los materiales utilizados para la vivienda*, medido en (Km) y considera distancias locales (<25Km), Nacionales (Entre 25-1500Km) e Internacionales (>1500Km)
- *Durabilidad*, el cual considera el grado de durabilidad de los tipos de materiales por componentes (Estructura, Mampostería y Acabados)
- *Sencillez compositiva*, medido en porcentaje y considera la sencillez técnica y constructiva del sistema constructivo.
- *Características de los tipos de materiales*, medido en porcentaje y considera las características térmicas y acústicas de los materiales.
- *Distancia a sitios de disposición de desechos*, medido en (Km) y considera la siguiente clasificación: Cerca (<1 Km), Relativamente cerca (2 Km), Medianamente cerca (3 Km), Lejos (5 Km) y Muy Lejos (>5Km).

3.1.2 Resultados encuestas de visitas de campo

- *Cubiertas*

Con base a la información recopilada se tiene que para los dos proyectos predomina la losa en concreto como tipo de cubierta, presentando un buen estado en cuanto a deterioro y uso.

- *Muros*

En el proyecto El Chagualón se encontró que todos los muros eran en hormigón y para El Mirador de la Huerta se tuvo una equivalencia igual en muros de hormigón y ladrillo. Los muros de ambos proyectos se encontraron en buen estado.

- *Pisos*

En cuanto a pisos se encontró para El Mirador de la Huerta gran predominancia de piso en cerámica y para El Chagualón hubo predominio de piso en cemento pulido. El estado en general de los pisos para ambos proyectos fue bueno, sin embargo uno de los apartamentos con piso pulido del Mirador de la Huerta presentó un estado regular.

3.2. Eje temático: Servicios públicos

Los servicios públicos deben satisfacer una necesidad social determinada al que cada individuo tiene derecho. Esto hace parte de contar con una vivienda digna, en donde debe

primar la realización efectiva de la igualdad y del bienestar social. Los indicadores analizados para este tema fueron: Porcentaje de instalaciones adecuadas para el consumo, uso racional del recurso y porcentaje de tecnologías alternativas para el consumo.

En las viviendas visitadas del proyecto El Chagualón, se encontró que aproximadamente el 65% de la población tiene instalaciones adecuadas para el consumo, pero para el caso del uso racional del recurso y uso de tecnología alternativas el porcentaje de la población que hace uso de ellos es del 10%. Para el proyecto El Mirador de La Huerta, se encontró que aproximadamente el 75% la población tiene instalaciones adecuadas para el consumo, pero para el caso del uso racional del recurso y uso de tecnología alternativas el porcentaje de la población que hace uso de ellos es del 30%.

Respecto a la cobertura de Servicios de energía, acueducto, alcantarillado y gas, se encontró que todos los apartamentos visitados en cada proyecto cuentan con servicio permanente. En cuanto a los dispositivos ahorreadores solo se encontraron bombillas ahorradoras de energía.

Con respecto a este servicio se evidencio que para el proyecto El Mirador de La Huerta más del 50% de los apartamentos disponía de estos dispositivos, contrario al proyecto El Chagualón, en donde solo el 25% aproximadamente hacia uso de los mismos.

Finalmente para el caso del manejo integrado de residuos sólidos se encontró que en el proyecto El Mirador de La Huerta existe un instrumento de recolección de basuras con uso constante, a diferencia del proyecto El Chagualón el cual carece de este instrumento, y solo cuentan con sitios destinados para la disposición y recolección de las basuras, los cuales no se encuentran cerca y no presentan un aseo adecuado. En cuanto a la separación de los residuos para ambos proyectos se tiene que más del 50% de los apartamentos realizan una constante separación de residuos, con presencia de recicladores en la zona.

3.3. Eje temático: Selección del sitio o emplazamiento

Se considera que la selección del sitio y el emplazamiento del proyecto, es un eje temático de gran importancia para la sostenibilidad de la vivienda en relación con el contexto territorial, ya que si no se realiza una adecuada selección del sitio, se pueden generar impactos ambientales en el área de influencia directa e indirecta. Este eje temático comprende los siguientes temas:

- Territorio: este tema involucra tres indicadores, relacionados con *amenazas y riesgo, suelos de protección y accesibilidad*.
- Movilidad: *accesibilidad, sistema de transporte y conectividad al sistema estructurante vial*
- Entorno construido: *cercanía a tipos de equipamientos y espacios públicos*

En resumen se encontró que en el caso de la urbanización El Chagualón, los dos indicadores más críticos son en su orden, cercanía a espacios públicos, con un nivel bajo y porcentaje del lote en amenaza y riesgo con un nivel bajo. En lo que respecta al caso de la urbanización El Mirador de La Huerta, los aspectos de movilidad y espacio público son los indicadores de puntuación más baja, debido a que por la situación geográfica del asentamiento, este se encuentra un poco asilado de la dinámica del territorio de ciudad que oferta equipamientos y espacios públicos.

3.4. Eje temático: Bioclimática

Para el componente bioclimático, el análisis comenzó por las tipologías edilicias de los proyectos seleccionados, encontrando sólo 2 tipos de agrupación de apartamentos representativos, uno de edificios de doble crujía, y otros de edificios de una sola crujía, ambas tipologías con punto fijo en el centro. Se encontró también que por su ubicación en condición de ladera, hace que el ingreso a los edificios sea por los pisos medios, permitiendo así un desplazamiento eficiente que reduce los costos (Arquitectos, 2015).

Para el caso del Proyecto El Chagualón, este proyecto cuenta con el diseño de un solo módulo habitacional, que se va replicando a manera de espejo, hasta lograr su agrupación; en este proceso, la única variación que se da, es el cambio del ingreso al apartamento, según su localización en la planta.

En el Proyecto El Mirador de La Huerta se presenta nuevamente el diseño de un solo apartamento, que se va invirtiendo para facilitar su agrupación. En este caso, la zona de servicios se dispone en una franja perpendicular a la circulación.

Después del análisis arquitectónico general de los proyectos, se eligieron en cada caso, los bloques a los cuales se les realizó un análisis de asoleamiento y ventilación. Los criterios de selección fueron: la implantación en el lugar, considerando diferente altura en la ladera, la orientación respecto al sol y la orientación respecto a la corriente de viento predominante. A su vez, en cada bloque se seleccionaron diferentes apartamentos, que fueron estudiados en distintas alturas (nivel bajo, medio y alto), debido a la condición repetitiva de las plantas (Melguizo Bermúdez & Uribe Toro, 1987); (Mermet, 2005).

En el análisis de asoleamiento, se realizó un estudio de sombras, donde se trabajó con el conjunto de bloques, tanto en planta como en sección, con lo cual se mostraron las sombras arrojadas por cada uno según la hora del día, y así se pudo determinar la influencia de éstos entre sí. En el análisis se tomaron como referencia el mes de Junio y Diciembre, a las 9am, 12m y 3pm, Respectivamente, por considerarse las horas más críticas respecto a la incidencia solar. El ejercicio se realizó en cada apartamento, en los diferentes niveles, encontrando que los valores obtenidos para El Mirador de La Huerta y El Chagualón arrojaron un 55% de promedio de asoleamiento por bloque al año.

Los análisis de ventilación fueron realizados teniendo en cuenta tres criterios de evaluación: Localización del proyecto respecto a la dirección del viento, las renovaciones de aire necesarias para la salubridad, y la discriminación valorativa del viento en cada espacio de la vivienda.

Haciendo la comparación de ambos proyectos se encontró que los datos obtenidos en las categorías de asoleamiento y ventilación, fueron comparados y promediados para obtener una calificación final en cada apartamento. Debido a que el sol no está presente durante las 24 horas del día, sino solamente durante 10 horas aproximadamente; se determinó que el factor de Ventilación tenía un valor de 60%, mientras que el Asoleamiento un valor de 40%.

CONCLUSIONES

Al realizar el levantamiento de información primaria, empleando como instrumentos

encuestas, fichas de observación y registros fotográficos, se evidenciaron algunas discrepancias respecto a la información obtenida por fuentes secundarias. Esto llevó a que algunos de los indicadores propuestos se revisaran y se redefiniera su importancia.

Temáticas como el costo de la tierra, la frecuencia del transporte público y los equipamientos públicos (iglesias, sedes de la Junta de acción comunal) deberían ser incluidos en el análisis de la matriz de sostenibilidad. Así mismo, se encontró que respecto a los indicadores que dan cuenta de la calidad de vida y el desarrollo humano, el eje respectivo se queda corto al involucrar con esta lógica solo indicadores de carácter físico, cuando hay indicadores de tipo social que pueden dar cuenta de las condiciones de habitabilidad de un proyecto. Como consecuencia de ello, se hizo necesario un nuevo eje denominado habitabilidad, que combina indicadores sociales con indicadores bioclimáticos, que hacen énfasis en el confort y la ergonomía.

Estos proyectos disponen los bloques sin tener en cuenta la orientación respecto al sol y la dirección de los vientos predominantes. La agrupación en altura no sufre ninguna modificación, ya que el mismo diseño se repite en todos los niveles, ignorando la posibilidad de dar diferentes soluciones según el nivel; condición que perjudica en su mayoría, a los apartamentos del primer nivel. Un ejemplo de estas modificaciones podría ser la variación de las ventanas, los acabados, sillares y balcones, según la orientación o la altura a la que se encuentre.

La valoración de los apartamentos puede variar de acuerdo al nivel en el que estén ubicados, debido a que en cada nivel pueden presentarse distintas condiciones de asoleamiento y ventilación; lo que hace que el apartamento más alto, tenga una mejor calificación respecto al más bajo. Por eso, es importante evaluar la vivienda tanto en planta como en sección.

Según los resultados finales, se encontró que los edificios diseñados con una sola crujía (El Mirador de La Huerta) son más eficientes que los de doble crujía (El Chagualón). Esto se debe a que los apartamentos pueden tener dos fachadas abiertas, potenciando la ventilación cruzada, y en algunos casos, permitiendo aprovechar de mejor manera el sol.

REFERENCIAS

- CARVAJAL PELÁEZ, G. I., A. BALAGUERA QUINTERO, et al. (2014). **Línea base para vivienda de interés social sostenible: caso ciudad de Medellín.** Medellín: Sello Editorial Universidad de Medellín. Medellín.
- MELGUIZO BERMÚDEZ, S. AND O. URIBE TORO (1987). **Asoleamiento. Teoría general y diagramas.** Medellín, Universidad Nacional.
- MERMET, A. G. (2005). **Ventilación natural de edificios.** Nobuko. Buenos Aires.
- PVG ARQUITECTOS (2015). **"Innovación, desarrollo e investigación."** from <http://pvgarquitectos.com/idi/>