

Modelo de vivienda urbana sostenible: buscando alternativas para cambiar de rumbo



Sustainable urban housing model: looking for alternatives to change course

Muñoz-Mórquez, Coralia Rosalía

Coralía Rosalía Muñoz-Mórquez [1]

cmdeco106@hotmail.com

Universidad Tecnológica de El Salvador, El Salvador

Entorno

Universidad Tecnológica de El Salvador, El Salvador

ISSN-e: 2218-3345

Periodicidad: Semestral

núm. 61, 2016

vicerectoriadeinvestigacion@utec.edu.sv

Recepción: 05 Abril 2016

Aprobación: 06 Mayo 2016

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/366/3661555003/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.5377/entorno.v0i61.6127>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen: El deterioro actual del medio ambiente está alcanzando niveles cada vez más alarmantes. Aunque existen esfuerzos significativos en diferentes áreas de la arquitectura y la construcción, la vivienda urbana edificada por el sector formal ha comenzado su migración hacia nuevas propuestas en forma muy lenta. Los costos elevados de las propuestas sostenibles y el rechazo del usuario a esquemas y sistemas constructivos no tradicionales son algunas de las variables que limitan el avance hacia alternativas que brinden las condiciones que un usuario espera de una vivienda, sin elevar su costo sustancialmente, reduciendo su impacto ambiental. Esta investigación pretende salvar la brecha existente entre las diferentes alternativas de arquitectura y construcción sostenible con la oferta actual de vivienda urbana formal, presentando aquellos cambios factibles de implementar en las propuestas de proyectos habitacionales, específicamente en los que están dirigidos a los sectores de menor poder adquisitivo. En una primera etapa, la investigación definirá el modelo a nivel de diseño arquitectónico y funcionalidad. En evaluación una segunda, evaluará las alternativas de materiales y sistemas constructivos y su costo, para finalmente desarrollar y evaluar un prototipo.

Palabras clave: Vivienda, arquitectura sostenible, arquitectura bioclimática, arquitectura ecológica, urbanismo sostenible, impacto ambiental, eficiencia.

Abstract: The current deterioration of the environment is reaching increasingly alarming levels. Although there are significant efforts in different areas of architecture and construction, urban housing by the formal sector has begun a very slow migration to new proposals. The high costs of sustainable proposals and the rejection of schemes and nontraditional building systems by the user are some of the variables that limit progress towards alternatives that provide the conditions that a user expects from a home, without raising its cost substantially and reducing its environmental impact. This research aims to bridge the gap between the different alternatives of architecture and green building with the current offer of formal urban housing, presenting feasible changes to implement the proposals for housing projects, specifically those that are aimed at sectors with less purchasing power. In a first phase, the research will design an architectural and functionality model. In a second phase, it

will alternative materials, construction systems and cost, to finally develop a prototype.

Keywords: Housing, sustainable architecture, bioclimatic architecture, green architecture, sustainable urban planning environmental impact, efficiency.

La brecha entre la vivienda actual y la sostenibilidad

En la actualidad, el deterioro ambiental, la disminución de recursos naturales y el evidente avance del calentamiento global exigen cada vez más un cambio de rumbo en la manera en que la humanidad está llevando a cabo sus actividades. La arquitectura y la construcción son uno de los motores que hacen crecer las ciudades, pero que también generan impactos significativos en el medio ambiente y la calidad de vida de sus habitantes. Por ese motivo, es imperante que estas disciplinas puedan orientarse a una condición de sostenibilidad, donde se modere la huella que el avance urbano deja sobre los recursos naturales y se brinden condiciones que favorezcan el desarrollo.

La vivienda urbana formal que se ha construido en los últimos años en El Salvador no ha modificado mucho sus condiciones en cuanto a diseño y a uso de materiales de construcción. Si bien pueden observarse propuestas de vivienda urbana formal que hacen uso de criterios de arquitectura sostenible, su costo es bastante elevado respecto a la capacidad adquisitiva de la mayor parte de la población. Por otra parte, diferentes propuestas de modelos que sí se orientan a la sostenibilidad en forma más integral no necesariamente responden a las expectativas de los usuarios de vivienda urbana del sector formal. En definitiva, una empresa constructora no desarrollará diseños o modelos de vivienda que no sean aceptados por el usuario que pueda adquirirla.

Esto genera que exista cierta brecha entre las propuestas de vivienda sostenible y la desarrollada y comercializada por el sector formal de la construcción. El modelo resultante de esta investigación busca salvar tal diferencia y proponer alternativas que se puedan introducir a la vivienda producida por el sector formal, de manera que puedan generarse cambios que abonen a la sostenibilidad en esta área específica de la construcción, y que sea accesible y aceptable ante sus usuarios potenciales.

Su objetivo general es establecer un modelo de vivienda urbana formal conformado por soluciones de arquitectura sostenible que sean factibles y comercializables en el medio salvadoreño.

Metodología del estudio

Para el logro del objetivo planteado se aplica el método empírico cualitativo debido a que se adecua a un trabajo que incluye la observación de criterios de arquitectura sostenible, tanto en los actuales proyectos de vivienda urbana formal como en modelos deseables que se deben aplicar en dicha área. El estudio se desarrolla en dos partes, la primera ha sido concluida en 2015, y la segunda se llevará a cabo en 2016.

La primera parte incluye lo siguiente:

- Consolidación de información documentada respecto a la arquitectura sostenible y a la vivienda urbana.
- Recopilación de principios de arquitectura sostenible, así como de información del impacto ambiental de diferentes sistemas y materiales utilizados en la construcción formal de viviendas urbanas.
- Evaluación del contexto de la vivienda urbana formal en El Salvador, a partir de la presencia o no de criterios de arquitectura sostenible, para establecer las necesidades y requerimientos de vivienda urbana sostenible.
- Conceptualización del modelo para vivienda urbana sostenible, que pueda ser propuesta para el sector formal.
- Desarrollo de la propuesta de diseño arquitectónico del modelo, aplicándolo a diferentes prototipos de vivienda urbana formal.

La segunda parte incluirá lo siguiente:

- Recopilación de información sobre materiales y soluciones arquitectónicas factibles en el país, que puedan aportar soluciones sustentables dentro de los proyectos de construcción de vivienda urbana formal.
- Realización de entrevistas a profesionales de la construcción y, además, a usuarios de los proyectos o involucrados con el comercio de bienes raíces para considerar sus criterios y opiniones.
- Desarrollo de propuesta técnica de materiales y sistemas para el modelo.
- Evaluación del modelo según los criterios de sostenibilidad, requerimientos del usuario y costos de la aplicación.
- Desarrollo de un prototipo.

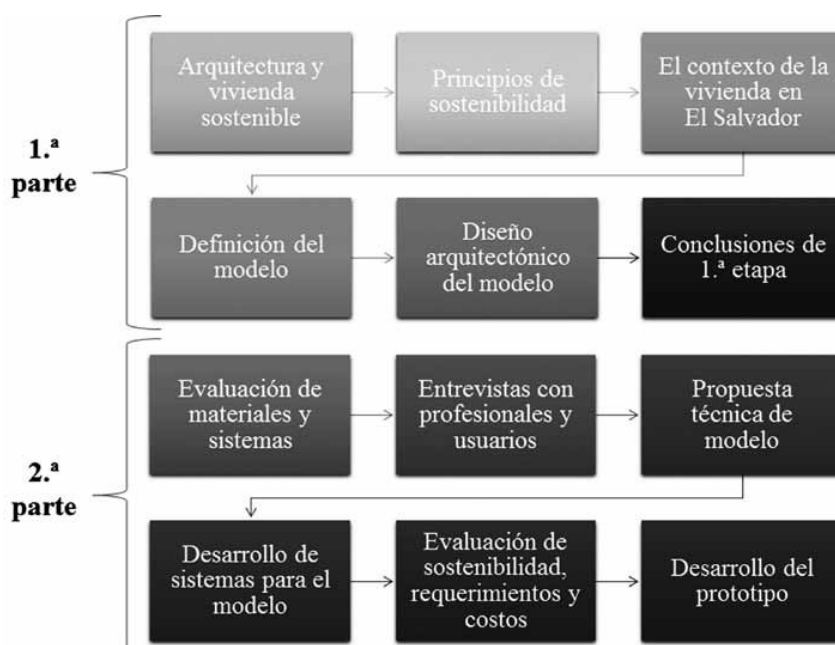


Figura 1.
Metodología de la investigación
Fuente: Elaboración propia.

La vivienda urbana sostenible

Hacia finales del siglo XX surge el concepto de desarrollo sostenible, el cual plantea que la humanidad debe satisfacer sus necesidades actuales sin comprometer los recursos en el futuro. No se trata de suspender el avance de la civilización, sino de que el quehacer de las naciones considere el uso de los recursos naturales y sociales, garantizando su preservación (Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, 1987).

La sostenibilidad va más allá de disminuir el impacto localizado de determinada actividad sobre el medio ambiente, no se reduce a una mera protección de las áreas naturales, sino que se amplía a la búsqueda de un replanteamiento más profundo de la actividad humana, de manera que su incidencia sobre dichas áreas permita una convivencia sostenible (Ministerio de Vivienda, Gobierno de España, 2010).

Bajo este enfoque surge la arquitectura sostenible, concebida como el desarrollo de espacios y ambientes, considerando el uso eficiente de recursos y la aplicación de principios ecológicos. En ella se pretende lograr un uso eficiente de todos los recursos y materiales que la constituyen, utiliza eficientemente el agua y la energía, previene la contaminación, reduce en la medida de lo posible las emanaciones de dióxido de carbono, que incrementan el calentamiento global, sus materiales no implican riesgos para la salud humana ni para el medio ambiente, tanto en su explotación y fabricación como en su aplicación en la edificación finalizada, e incluso, en su disposición final en caso que la edificación deba ser demolida o desechada (Unam, México, 2015).

En este marco de referencia, la vivienda sostenible no se reduce a aspectos físicos espaciales, sino que permite el desarrollo económico y social de quienes habitan en ella, así como provee seguridad, bienestar social y condiciones saludables. Implica el consumo eficiente de recursos que se extraen del medio ambiente, como la energía, el agua, el suelo y los materiales utilizados en la construcción; debe poder maximizar el reciclaje y adaptarse a otros principios ecológicos; debe concebirse para brindar una larga vida útil y flexibilidad respecto al estilo de vida de sus usuarios, tanto que permita la formación de comunidades sólidas y autosuficientes (Chan López, 2010). Una vivienda sostenible debe aplicar los siguientes principios, que se orientan a la eficiencia en el uso de recursos y la reducción del impacto ambiental.

Uso óptimo del entorno

Este principio busca que la vivienda se adecue e integre al entorno físico, de tal manera que pueda aprovechar los recursos naturales y urbanos disponibles. El suelo debe ser utilizado lo más racionalmente posible, incluso considerando áreas urbanizadas o edificaciones existentes que puedan habilitarse para funcionar como viviendas en forma óptima. El entorno incluye los aspectos sociales y culturales que intervienen en una vivienda, es decir, los que propician el desarrollo de los usuarios y que permiten que estén satisfechos con el espacio que habitan. Este principio incluye la selección, ubicación y adecuación del terreno, así como el aprovechamiento racional del suelo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

Uso eficiente de energía

La vivienda debe procurar ahorros en el consumo de energía, tanto para su construcción como para su funcionamiento. Este principio está relacionado con la arquitectura bioclimática, la cual busca la integración adecuada de la vivienda a su entorno, buscando alinearse con la radiación solar y los vientos dominantes, así como también debe procurar el uso de materiales eficientes respecto a la temperatura. En ambos casos, se requiere del uso de iluminación o ventilación artificial que incrementa el consumo de energía (Spain Green Building Council, 2002).

Uso eficiente del agua

El uso eficiente del recurso hídrico se enfoca en los siguientes aspectos: la protección general al recurso natural del agua, su uso eficiente en todo lo concerniente al diseño, la construcción y el posterior funcionamiento de la edificación y la emisión de aguas hacia el entorno.

Uso eficiente de materiales

Los materiales utilizados en la vivienda no solo deben ser aprovechados en forma racional, por medio de la modulación y la reducción de desperdicios, sino que también deben implicar el menor impacto ambiental posible. Esto debe analizarse a lo largo del ciclo de vida de cada producto o sistema, desde su explotación o fabricación, transporte, instalación, funcionamiento y disposición final. En dichas etapas debe haber control y renovación de los recursos consumidos, reciclaje, reducción del uso de energía, de las emisiones de gases hacia la atmósfera, de los desperdicios no biodegradables y del vertido de aguas servidas a las fuentes existentes.

Impacto ambiental de la construcción

Los materiales tradicionalmente utilizados en construcciones actuales están asociados a diversos impactos a lo largo de su ciclo de vida, esto es, en los diferentes momentos que el material actúa sobre el medio. La extracción de materias primas altera profundamente los ecosistemas que las producen; los procesos de fabricación implican consumo de energía y de fuerza humana; también se generan residuos contaminantes, vapores y emanaciones tóxicas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012). Las tablas 1 y 2 muestran, respectivamente, el coste energético y las emanaciones de dióxido de carbono de los materiales utilizados en vivienda.

Tabla 1.
Coste energético por kilogramo de materia

Material	kW. h
Resinas	30.560
Asfaltos	55.280
Acero	15.000
Pintura	24.700
Cemento	4.360
Cerámica	2.321
Madera	2.100
Arena y grava	0.100

Fuente: Argüello Méndez, 2008.

Tabla 2.
Emanaciones de CO₂ por kg de material

Material	Emisiones de CO ₂ por kg de materia
Resinas	16.280
Asfaltos	8.140
Pintura	3.640
Acero	2.800
Cemento	0.410
Cerámica	0.180
Madera	0.007
Arena y grava	0.007

Fuente: Argüello Méndez, 2008.

Tales índices reflejan el potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) por generación de gases de efecto invernadero (GEI) que, además del CO₂, incluyen monóxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno, ozono, dióxido de azufre y clorofluorocarburos. Estos determinan el equilibrio térmico del planeta, controlando los flujos de energía en la atmósfera por medio de la absorción de la radiación infrarroja de este. Como consecuencia, se alteran los patrones del clima, los ecosistemas y la salud humana.

El contexto salvadoreño de la vivienda

Actualmente, la industria de la construcción constituye un sector de gran relevancia en la actividad económica de El Salvador. Sus características la hacen fundamental para el impulso del crecimiento económico y el desarrollo, puesto que suministra el mayor aporte dentro de la inversión nacional, que alcanza en promedio un 37 %; utiliza altos niveles de mano de obra, constituyendo una fuente de trabajo relativamente bien remunerada, además de que genera enlaces con diferentes sectores comerciales e industriales (Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción, 2014).

Dentro de esta industria, la construcción de viviendas tiene cierto peso, como puede advertirse en la figura 2, donde se presenta el registro mensual de préstamos de 2014 para el sector construcción y para la construcción de viviendas. El promedio mensual de préstamos para la construcción oscila en 208.53

millones de dólares, de los cuales 16.30 millones, un 8 %, estuvieron destinados para la construcción de vivienda (Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción, 2015). Puede decirse que la construcción de vivienda formal tiene mucha importancia en la economía nacional, por consiguiente, conlleva impactos significativos sobre el medio ambiente. El desarrollo de zonas habitacionales consume recursos año con año, incrementando la huella del desarrollo humano y disminuyendo las escasas áreas naturales que aún quedan en la nación.

El análisis del contexto ha incluido, entre otros datos, las estadísticas obtenidas en los pasados censos de población y vivienda, realizados en los años 1971, 1992 y 2007. Los cuales permiten establecer la tendencia que tienen los materiales predominantes en la construcción de las viviendas. La figura 3 muestra el incremento significativo que han tenido los sistemas de paredes a base de cemento, los cuales representaron más de un 70 % de las viviendas censadas en 2007. Como ya se ha visto, el cemento consume un alto nivel de energía en su producción y genera emisiones de gases tipo invernadero. Esto constituye una pequeña muestra de lo que la construcción de viviendas ocasiona sobre el medio ambiente. El estudio realizado ha incluido otros datos similares a estos.

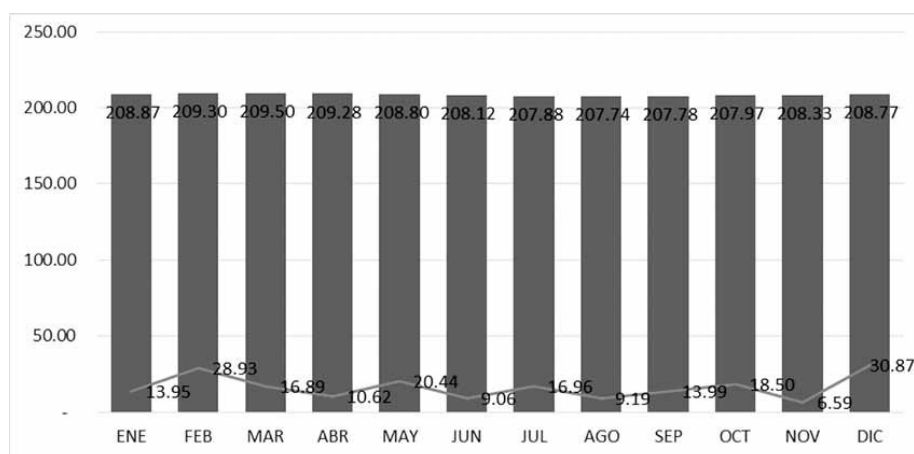
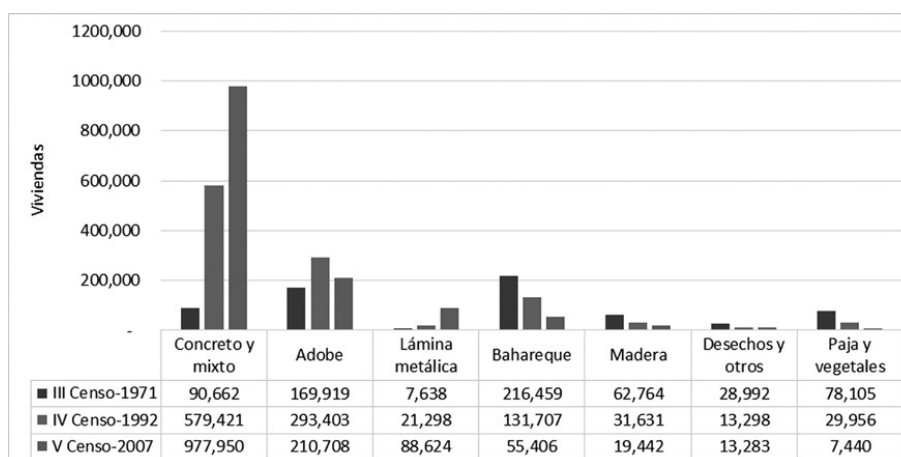


Figura 2.
Préstamos y descuentos al sector construcción y a la construcción de viviendas en 2014 (en millones dólares)
Fuente: Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción, 2015.

**Figura 3.**

Variaciones en los materiales de paredes en viviendas en El Salvador Comparación censos de vivienda 1971, 1992 y 2007

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos, 2008.

Como parte de este estudio, se visitaron y analizaron diferentes proyectos de vivienda formal en zonas urbanas de El Salvador, a fin de establecer las principales tendencias que los caracterizan, y que se podrían tomar en cuenta para proponer el modelo. Se incluyeron viviendas tanto de bajo como de alto costo.

Puede considerarse que en las viviendas evaluadas en diferentes proyectos hay pocos o ningunos elementos que se hayan basado en los principios de sostenibilidad expuestos al principio de este estudio. Algunas innovaciones como ahorradores de energía, agua, materiales para adaptar la vivienda al clima y otros similares obedecen en gran medida a las demandas de los usuarios potenciales de estas soluciones, y, en efecto, pueden disminuir el impacto ambiental, pero no en forma total. La figura 4 muestra algunos de los elementos arquitectónicos bioclimáticos observados en las viviendas de diferentes niveles de costo.

**Figura 4.**

Recursos para reducir la temperatura en espacios interiores

Fotografía: Coralia Muñoz, diciembre 2015.

En diferentes proyectos se observan casetas de vigilancia, muros circundantes, rejas metálicas y otras barreras de prevención contra la delincuencia. El clima de inseguridad que impera en toda la nación es un elemento determinante para el diseño de la vivienda y la urbanización, así como para la elección de materiales.

Los usuarios de una vivienda difícilmente aceptarían paredes ligeras o diferentes a los productos de cemento, por temor a la delincuencia y a la criminalidad.

La construcción que predomina es la de viviendas unifamiliares, de uno o dos niveles. La oferta de vivienda urbana formal se ha enfocado en los últimos años a esta condición, pero esto no es sostenible, dado que en el país conseguir terreno presenta diferentes obstáculos: el territorio es escaso, existe una insuficiente producción de suelo urbanizado que cuente con servicios de agua y drenajes, las zonas que se pueden urbanizar están limitadas por áreas con riesgo de derrumbes, inundaciones, sismos y, además, inseguridad ciudadana. Con el recurso suelo escaso en las zonas urbanas y la tendencia a construir viviendas unifamiliares, las urbanizaciones y residenciales se ubican en las periferias y en terrenos fuera de las ciudades, regularmente en las áreas de autopistas y carreteras que permiten llegar rápidamente a la ciudad. No solo se consumen áreas que anteriormente tenían vegetación y permitían la absorción de agua, sino que se aumenta la necesidad de transporte y uso de vehículos automotores para el desplazamiento diario de sus usuarios hacia las afueras de la ciudad.

La tendencia en el uso de materiales y sistemas constructivos se mantiene en las mismas condiciones de las últimas décadas; el cemento y el concreto, productos cerámicos y techos de fibrocemento o lámina continúan siendo utilizados; y su impacto en los ciclos de vida es significativo, en cuanto a explotación de recursos naturales y emisiones contaminantes en el medio ambiente, además de que sus posibilidades de reciclaje son mínimas o hasta nulas.

Por su parte, el impacto que causa la construcción de viviendas de diferentes niveles de precio en todo el país resulta importante, en cuanto a alcance y cobertura. Las viviendas que se construyen a nivel formal, las urbanizaciones y residenciales en el territorio nacional, conforman cifras importantes en el desarrollo del país y cubren grandes extensiones que impactan ecosistemas existentes.

A partir de los principios de sostenibilidad planteados en este estudio, y como una respuesta a las necesidades establecidas en el contexto de la vivienda en El Salvador, se plantea el siguiente modelo para desarrollar una vivienda urbana sostenible en el sector formal de la construcción, que sea aceptable por parte del usuario, para que pueda comercializarse y que no represente incrementos significativos en la inversión. El modelo se enfoca en la vivienda urbana formal debido al alcance e impacto que este sector tiene sobre el desarrollo sostenible general de la nación.

El modelo de vivienda urbana sostenible

En primer lugar, el modelo brinda las condiciones necesarias para una vivienda, es decir, en la que sus usuarios puedan habitar y desarrollar su vida diaria. Unas condiciones corresponden a aspectos meramente físicos y espaciales, otras a aspectos sociales y culturales. En segundo lugar, incorpora los principios de arquitectura sostenible analizados a lo largo de este estudio.

- **Accesibilidad.** La vivienda está directamente comunicada con las vías de circulación peatonal. Los usuarios llegan a dicha vivienda sin tener que pasar por otros espacios privados. Las vías de circulación vehicular

y las estaciones de transporte público están al menos a 400 metros de la vivienda.

- Estabilidad y durabilidad. Los materiales y sistemas utilizados ofrecen resistencia y estabilidad estructural ante las condiciones climáticas, geológicas y el paso del tiempo. Durante su vida útil, los materiales no sufren un deterioro acelerado.
- Servicios. La vivienda posee abastecimiento de energía, agua potable, saneamiento y eliminación de desechos. También provee las condiciones adecuadas para la habitación: iluminación, ventilación, temperaturas adecuadas y confortables para la vida humana.

El modelo también busca cubrir aquellas características o necesidades de los usuarios que habitan la vivienda a partir de su idiosincrasia, costumbres o parámetros de vida.

- Privacidad. La vivienda resguarda a sus usuarios de la vista desde el exterior de la vivienda y controla el paso de personas ajenas a esta. Reduce la transmisión de sonidos, desde el interior al exterior y viceversa.
- Seguridad. Se han identificado los riesgos por fenómenos naturales y por delincuencia que existen en el lugar de la vivienda, y se han tomado las medidas necesarias para controlarlos. Del mismo modo, se encuentra a la distancia permisible de zonas de riesgo natural.
- Los materiales e instalaciones de la vivienda cumplen con las normativas técnicas y legales de seguridad, tanto en su instalación como en su funcionamiento, y no representan riesgos o daños para la salud humana.



Figura 5.
Seguridad

Fuente: Elaboración propia.

Uso óptimo del entorno

- La propuesta de vivienda utiliza al máximo el suelo disponible. Considera viviendas unifamiliares de dos niveles o vivienda en altura para densificar la zona.
- La vivienda se adapta al terreno irregular en vez de alterarlo.
- Se busca conformar corredores verdes en proyectos de gran magnitud.

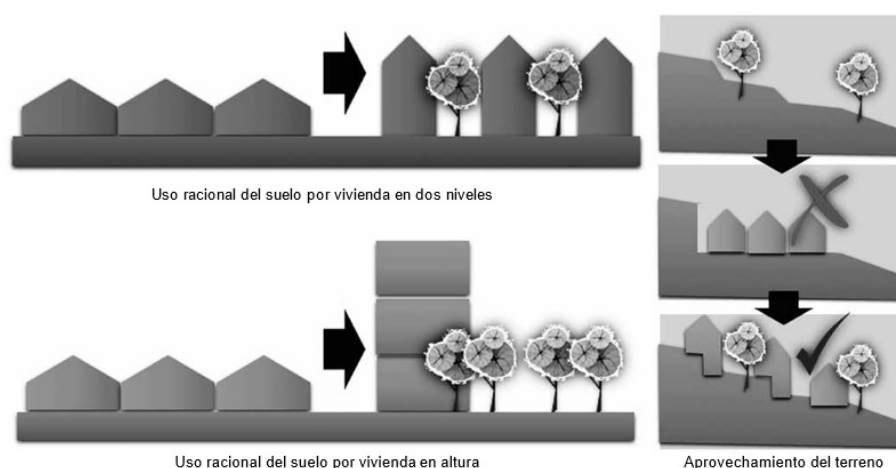
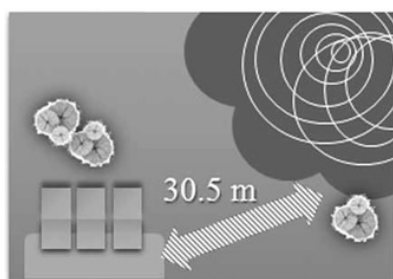


Figura 6.

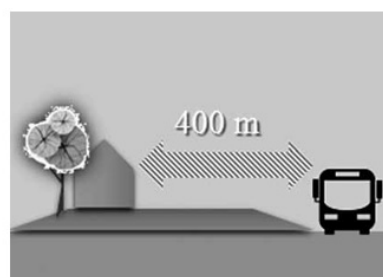
Uso racional del suelo

Fuente: Elaboración propia.

- El terreno no forma parte de tierras destinadas para cultivo ni forma parte del hábitat de especies en peligro de extinción.
- El terreno está a una elevación mayor que 1.50 metros sobre el nivel de inundación durante los últimos 100 años, y fuera de un radio de 30.50 metros a partir de una fuente de agua.
- El terreno está ubicado en zonas urbanas con potencial de densificación.
- El terreno está ubicado a menos de 400 metros de las paradas de autobuses (figura 7).



Distancia entre la vivienda y fuentes de agua



Distancia entre la vivienda y el transporte

Figura 7.

Uso racional del terreno

Fuente: Elaboración propia.

- Si hay áreas contaminadas cercanas al lugar, se han rehabilitado. Si hay áreas de riesgo cercanas al lugar, han sido tratadas con obras de protección.
- La vivienda o grupo de viviendas está a más de 12 metros de las áreas naturales que se deben proteger.
- La vivienda se encuentra cerca del equipamiento urbano pertinente.
- La vivienda se ubica de tal manera que aprovecha la iluminación natural y corrientes de aire dominantes. La fachada principal apunta hacia el norte o el noreste, se evitan fachadas hacia el poniente para evitar los rayos solares intensos.

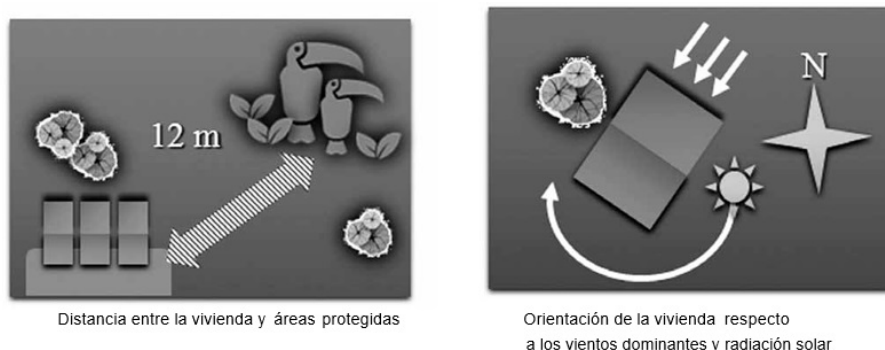


Figura 8.
Ubicación de la vivienda
Fuente: Elaboración propia.

Uso eficiente de la energía

- Las áreas pavimentadas no techadas tienen colores reflejantes, tienen techo al menos parcialmente, o se han desarrollado en forma subterránea.
- Las áreas techadas poseen cubiertas con alta capacidad de reflexión de la luz solar; tienen áreas con jardines, o una combinación de ambas, en al menos un 75 % de sus superficies.
- Los espacios de la vivienda no requieren el uso de luz artificial durante las horas del día. En vivienda unifamiliar se pueden utilizar variaciones en los techos que permitan ventanas, para el ingreso de luz solar y corrientes de aire.
- Las paredes de la vivienda unifamiliar alcanzan al menos 3.00 metros en la cumbre, para que los espacios bajen la temperatura del ambiente. El espacio libre entre el piso y el cielo del interior de la vivienda es de al menos 2.10 metros, para favorecer la ventilación.
- En vivienda en altura, se acondicionan las azoteas como jardines, creando microclimas favorables y permitiendo recuperar la huella del desarrollo de las edificaciones.
- Se utilizan aleros anchos, terrazas y vegetación y otros elementos que le brindan sombra a la vivienda y a las puertas y ventanas de las fachadas.
- Se usan materiales que proveen aislamiento adecuado para favorecer condiciones de temperatura y humedad confortables en el interior de la vivienda.
- En vivienda en altura puede ubicarse ventanas más amplias sin riesgos de inseguridad; deben colocarse en forma cruzada para canalizar las corrientes de aire hacia el interior del edificio.
- Es posible llevar un control del consumo energético.
- Se utilizan los dispositivos de ahorro de energía que sean factibles.
- Se disponen reguladores de voltaje para una cantidad de viviendas específica.
- Al menos un 5 % de la energía de la vivienda es provista por fuentes de energía renovable local o energía verde.

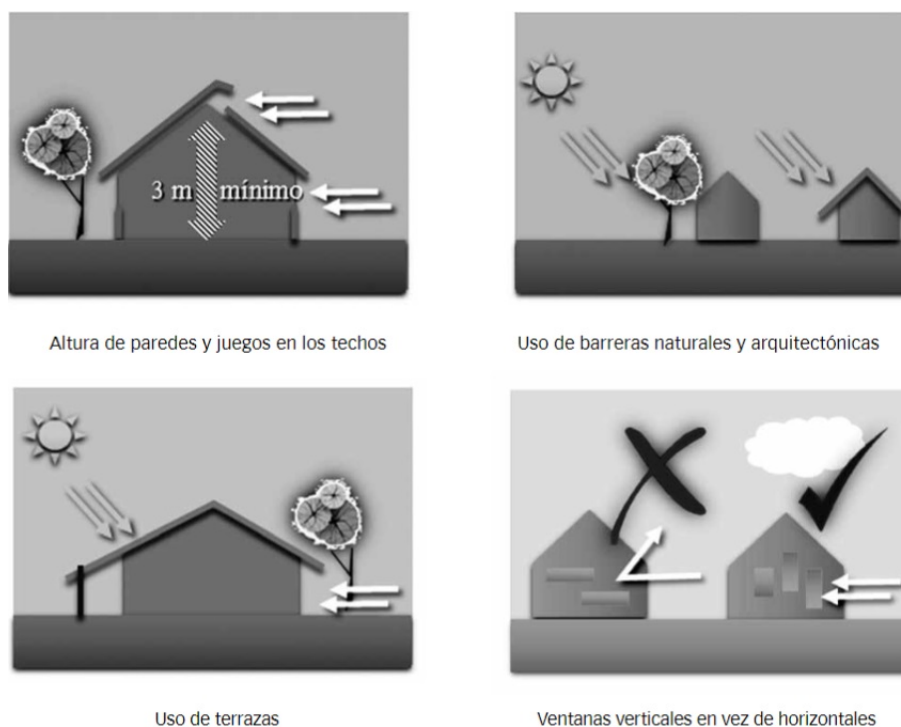


Figura 9.
Reducción del uso de energía
Fuente: Elaboración propia.

Uso eficiente del agua

- Las áreas pavimentadas, no techadas, son realizadas con materiales que permiten la filtración en al menos un 30 % de sus superficies.
- Las áreas verdes se plantan con especies que requieren menos agua que el césped o la grama. Se busca conservar los árboles existentes en el terreno.
- La vivienda utiliza al menos un 20 % menos de agua por medio de dispositivos de ahorro.
- Se utilizan artefactos sanitarios que consumen menos cantidad de agua.
- Al menos un 50 % del agua para riego de jardines no proviene de las redes de servicio de agua potable. Se reutilizan las aguas lluvias para otros usos dentro de la vivienda o de la urbanización.
- La urbanización o grupos de urbanizaciones poseen plantas de tratamiento de aguas negras o grises que las procesan antes de arrojarlas en las alcantarillas públicas.

Uso eficiente de materiales

- El diseño arquitectónico y estructural de la vivienda se hace a partir de la modulación de los materiales elegidos para su construcción, a fin de disminuir los desperdicios.
- Se usan materiales con características termoacústicas.
- En la medida de lo posible, se utilizan materiales disponibles en el área inmediata a donde está ubicada la vivienda.

- Los materiales seleccionados poseen, según sea pertinente, certificaciones ambientales.
- Los materiales utilizados en la vivienda no generan sustancias o vapores nocivos para la salud, en ninguna de sus etapas del ciclo de vida.
- Los materiales son elegidos bajo el criterio de precio justo, calidad aceptable e impacto ambiental reducido.
- Se reutilizan los residuos de la construcción, demolición y desbroce en un 50 %.
- Los materiales usados en moldes o encofrados de concreto se reciclan a lo largo de todo el proceso de construcción, según sea factible.
- Se dispone de un lugar en la construcción para almacenar todos aquellos desechos que pueden reciclarse, o bien pueden venderse para su reciclaje.
- La vivienda, o grupo de viviendas, dispone de áreas para la separación y reciclaje de desperdicios.

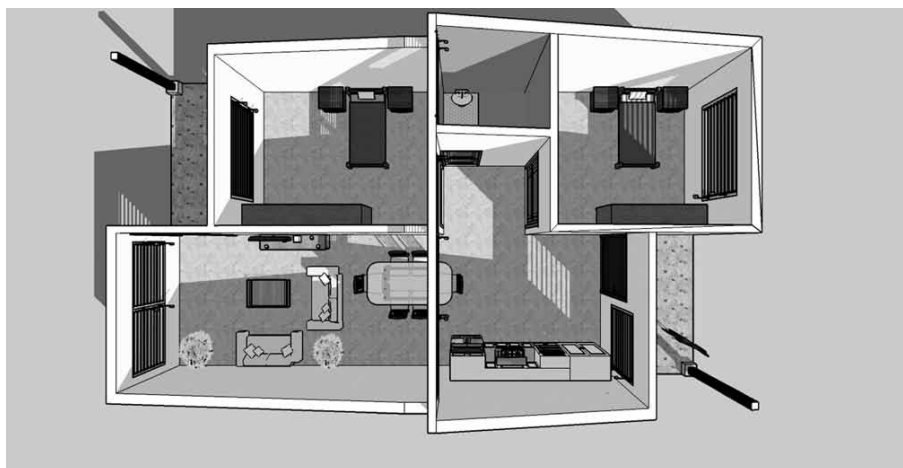
Aplicación del modelo

En el estudio, el modelo se ha aplicado a prototipos de vivienda construidos por el sector formal en El Salvador. A continuación, se presenta una de las tres opciones desarrolladas en cuanto a diseño arquitectónico. Los diseños son hipotéticos, adaptables a diferentes opciones de proyectos de vivienda en El Salvador.

El modelo se aplica, en dos opciones, en una vivienda unifamiliar de un solo nivel con las siguientes características:

- Lote de 5 metros de ancho.
- Área aproximada de 37.5 metros cuadrados.
- Espacios: sala ? comedor ? cocina, 2 dormitorios, 1 baño y área de servicios.
- El modelo puede tener espacio para estacionamiento de vehículos.

El diseño arquitectónico parte del esquema que se utiliza actualmente en viviendas de bajo costo. Sin embargo, se ha añadido mayor altura en las paredes y un juego en los techos que permite ventanas altas en la cumbrera de la vivienda. Las ventanas están ubicadas paralelas a la cumbrera, y eso permite la circulación de aire a lo largo de toda la vivienda. También se han utilizado terrazas, junto a las ventanas de las fachadas, para captar vientos dominantes, pero se han utilizado láminas traslúcidas para que los espacios no se oscurezcan.



Planta arquitectónica

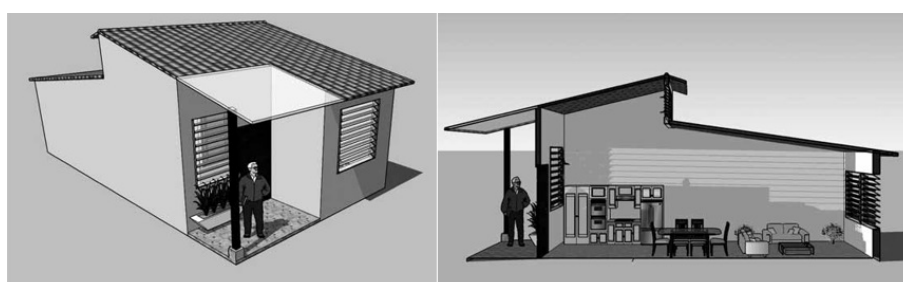


Figura 10.
Vivienda unifamiliar de 1 nivel
Isométrico Corte transversal

Conclusiones

Una vivienda urbana sostenible no solo se enfoca en la aplicación de principios de arquitectura sostenible, sino que contempla el nivel de satisfacción que un usuario pueda percibir al habitarla. Por ese motivo, considerar un modelo de vivienda sostenible debe considerar los marcos de referencia, sociales y culturales, del usuario. No solo debe tomarse en cuenta diseños y materiales que tengan un impacto ambiental reducido, sino que respondan a las expectativas de las personas que vayan a habitar los espacios.

La vivienda urbana formal en El Salvador conlleva importantes efectos sobre el medio ambiente, que requieren un replanteamiento y análisis para comenzar a modificarse. Es imperante iniciar el cambio de rumbo de este quehacer humano, de manera que la vivienda en la que se desarrollan los individuos no solo provea lo necesario para la vida de hoy, sino también para la vida futura. El modelo logrado ha incorporado los principios de arquitectura sostenible a prototipos que se observan en proyectos de construcción de vivienda de bajo costo.

En esta primera parte del estudio, dicha aplicación ha sido a nivel de diseño arquitectónico. En la siguiente parte, se desarrollará la propuesta técnica del modelo, contemplando los diferentes materiales y sistema que puedan utilizarse, así como la factibilidad económica de su implementación para, finalmente, realizar un prototipo que permita la sostenibilidad del modelo.

Referencias

- Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción* (2014). *¿La importancia de la industria de la construcción?*. *Revista Estadística de la Construcción*, 16-19.
- Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción* (2015). *La construcción en cifras*. *Revista Estadística de la Construcción*, 7 - 16.
- Chan López, D. (2010). *¿Principios de arquitectura sustentable y la vivienda de interés social?*. Recuperado de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/12843/06_Chan%20Lopez_Delia.pdf?sequence=1f
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (1987). *Nuestro Futuro Común*. Oxford University Press, pág. 4.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2012). *¿Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana?*. Recuperado de http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/cartilla_criterios_amb_diseno_construc.pdf
- Ministerio de Vivienda, Gobierno de España (2010). *¿Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planteamiento Urbanístico Español?*. Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/lbl/a-lbl.es.pdf>
- Spain Green Building Council (2002). *LEED NC*. Recuperado de http://www.spaingbc.org/files/leed_nc_rs_v2_1_esp01.pdf
- Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM], México (2015). *¿Arquitectura sostenible?*. Recuperado de http://reine.arq.unam.mx/VersionEspanol/Recursos/01Principal/Archivos_PDF_to_HTTP_2011/ArqSust15pp.pdf

Notas de autor

- [1] Coralia Rosa lía Muñoz Márquez, arquitecta, con Maestría en Administración de Empresas, investigadora asociada de la universidad Tecnológica de El salvador (Utec)

Enlace alternativo

<http://hdl.handle.net/11298/274> (uri)
<https://biblioteca.utec.edu.sv/entorno/index.php/entorno/article/view/494/486> (pdf)