

LA PERTINENCIA DE LAS ESTRATEGIAS GUBERNAMENTALES APLICADAS A LA GENERACIÓN DE VIVIENDA ENERGÉTICAMENTE SUSTENTABLE

*The Relevance Of Government Strategies Applied
To The Generation Of Energy-Sustainable Housing*

FRANCISCO GUZMÁN BRAVO
JOSÉ MANUEL OCHOA DE LA TORRE
Universidad de Sonora, México

Recibido: 24 de noviembre de 2017. Aceptación: 01 de octubre de 2018.

RESUMEN

Las políticas de vivienda sustentable en México han incorporado elementos básicos de la normatividad internacional, en relación con la edificación de vivienda energéticamente sustentable, incidiendo positivamente en la calidad de vida de la población.

En relación a la vivienda energéticamente sustentable generada en México, respecto del cumplimiento de la sustentabilidad en las dimensiones económica y ambiental, la Comisión Nacional de Vivienda¹ (CONAVI) desarrolla programas de vivienda sustentable cuyo objetivo principal es, por un lado, disminuir los costos de operación de la misma, y por otro, aminorar la generación de emisiones de contaminantes.

El panorama a nivel mundial y nacional con relación a los preceptos de sustentabilidad, relativos a la disminución en la producción y el consumo de energía, pueden representar una reducción en el costo de la generación de energía y en el pago de la energía consumida en la dimensión económica; y en la ambiental, lo relacionado a la mitigación del cambio climático, mediante

la reducción de emisiones de GEI. Sin embargo, consideramos que lo anterior no representa en la dimensión social un mayor bienestar y confort para las familias. Por tanto, el concepto de vivienda sustentable establecido por las estrategias gubernamentales en México sería cuestionable, lo cual justifica realizar una investigación para analizar y evaluar los impactos y efectos respecto del uso de la energía en edificaciones residenciales, que han formado parte de los programas de vivienda, donde se han aplicado estrategias gubernamentales para la generación de vivienda energéticamente sustentable, a fin de conocer la pertinencia de tales estrategias, así como su aportación para la habitabilidad de las viviendas generadas.

Palabras clave: vivienda, emisiones, energía, habitabilidad.

ABSTRACT

Sustainable Housing Policies in Mexico, have had the basic elements of international regulations, in relation to the construction of energy-sustainable housing, positively impacting the quality of life of the population.

1. Ley de Vivienda (2006), se crea la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI).

In relation to the energy-sustainable housing generated in Mexico, regarding compliance with sustainability in the economic and environmental dimensions, the National Housing Commission (CONAVI), develops sustainable housing programs whose main objective is, on the one hand, to reduce costs of operation of the same, and on the other the generation of pollutant emissions.

The global and national scenario in relation to the sustainability precepts, related to the decrease in the production and consumption of energy, can represent a reduction in the cost of generating energy and in the payment of the energy consumed in the economic dimension, and in the environmental aspect related to the mitigation of climate change, through the reduction of GHG emissions. Nevertheless; we consider that the above does not represent a greater welfare and comfort for families in the social dimension, therefore the concept of sustainable housing established by government strategies in Mexico would be questionable, which justifies conducting research, to analyze and evaluate the impacts and effects, regarding the use of energy in residential buildings, which have been part of the housing programs, where government strategies have been applied for the generation of energy-sustainable housing, in order to know the relevance of such strategies, as well as their contribution for the habitability of the homes generated.

Key words: Housing, Emissions, Energy, Habitability.

INTRODUCCIÓN

Como parte una investigación sobre el análisis de las estrategias gubernamentales y del Programa Nacional de Vivienda 2014-2018, respecto a la generación de vivienda energéticamente sustentable, en este documento pretendemos dar un esbozo sobre lo que hemos denominado: “La pertinencia de las estrategias gubernamentales aplicadas a la generación de vivienda energéticamente sustentable”.

La palabra “vivienda” puede utilizarse tanto para describir una cosa o una actividad. Podemos referirnos no sólo a “casas” sino a una variedad de formas de alojamiento.² La vivienda es algo más que sólo lo construido: la vivienda es una cosa y algo que la gente hace (King, 2016).

La vivienda, refiere King (2016), es algo más que lo construido, también lo constituyen quienes viven en ella y si ésta es sostenible. Por otra parte, también interesa cómo se adquiere, cómo se paga y quiénes pueden tener acceso a ella, sin dejar de lado la calidad de ésta. Pero, ¿por qué es tan importante la vivienda? Una respuesta puede ser que la vivienda permite construir hogares, siendo éstos un lugar privado donde nos sentimos seguros, que nos permite desarrollarnos como seres unidos, como familia, viviendo con seguridad y confort. Desafortunadamente, escuchamos con mayor frecuencia —sobre todo a los políticos— el uso de la palabra “hogar” en lugar de casa, cuando se refieren a estructuras físicas frías. Y hogar como un concepto que conlleva calidez. Así, el término “casa” se convierte en una mera caja hecha de block o ladrillo, no en algo que es evocador y cálido. De este modo, subsiste la percepción de que los desarrolladores de “vivienda” construyen “casas” y no viviendas, siendo ellos los profesionales que están encargados del desarrollo de los futuros hogares de cientos o miles de personas, y con toda la responsabilidad de diseñar y crear algo cálido y acogedor para esos futuros usuarios.

Sin embargo, y de acuerdo a Cervantes Borja (2015), la política del Programa Nacional de Vivienda 2014-2018 (PNV) da prioridad al programa financiero en lugar del proyecto de diseño de la vivienda, sin proporcionar un diseño habitable y sustentable, por lo que el sector de la producción de vivienda enfoca totalmente sus acciones y recursos al abatimiento del déficit habitacional, sin que para ello importe brindar un hábitat sustentable que satisfaga plenamente la calidad de

2. Se puede incluir una casa móvil o una caravan, una carpa o el uso de una estructura natural como una cueva. *The principles of housing* (King, 2016).

vida y patrimonio de sus habitantes (Cervantes Borja, 2015).

Pese a lo anterior, en este documento buscamos demostrar que las políticas de vivienda sustentable en México han incidido positivamente en la calidad de vida de la población, al incorporar elementos básicos de la normatividad internacional³ en relación a la edificación de vivienda energéticamente sustentable, como parte del cumplimiento de los compromisos internacionales adquiridos para la reducción de los GEI.

La Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) tiene a su cargo el desarrollo de los programas de vivienda en México. Dentro del marco para el cumplimiento de la sustentabilidad en las dimensiones económica y ambiental, la vivienda energéticamente sustentable generada en nuestro país tiene como objetivo principal disminuir los costos de operación de la misma, a la par que la generación de emisiones de contaminantes.

Dentro de esos programas, en 2012 el Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde (SiSeViVe), fue adoptado por la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) como la herramienta para evaluar las viviendas que se incorporen a su Programa Ecocasa, como nuevo programa crediticio para vivienda sustentable de la SHF, adoptando el nombre de Sisevive-Ecocasa, debido a la sinergia entre programas. El sistema evalúa y califica el comportamiento energético e impacto ambiental de la vivienda tomando en consideración: a) La eficiencia del diseño arquitectónico (confort térmico), b) Consumo de energía (proyectado), c) Consumo de agua (proyectado) y d) Atributos sustentables del conjunto. Para su evaluación considera la arquitectura de la vivienda, los sistemas constructivos y materiales, así como las eco-tecnologías incorporadas.

Con la creación de ese sistema se apoyó al Programa de Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA),⁴ las cuales son acciones voluntarias realizadas en el país para reducir emi-

siones de GEI. En el caso que nos ocupa, para la generación de viviendas con menores emisiones de CO₂ en México.

Como estudio de referencia para la investigación, citaremos el de la NAMA de Vivienda Sustentable, inscrita en el Registro Nacional Voluntario de NAMA con el número NAMA-MX-15 y NS-108 en el registro Internacional,⁵ cuyo objetivo es “reducir las emisiones de gases de efecto invernadero” (GEI), en las viviendas de interés social mediante el aumento del desempeño integral en términos de arquitectura y consumos de electricidad, agua y gas.

Para evaluar la implementación de esta NAMA en México, el Programa Mexicano-Alemania para NAMA, en apoyo a la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), elaboró los términos de referencia para el monitoreo GEI del proyecto piloto de la NAMA Vivienda Nueva, denominado “Levantamiento de datos para un proyecto piloto de la NAMA de vivienda sustentable, aplicando el monitoreo de GEI”, el mismo que se llevó a cabo en viviendas de interés social distribuidas en Hermosillo, Sonora, y en Morelia, Michoacán. Una vez concluido el proyecto, en noviembre de 2015, la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (Sedatu), la CONAVI y la Corporación Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ, por sus siglas en alemán), emitieron en mayo de 2016 el *Informe Final del Proyecto Piloto de la NAMA de Vivienda Sustentable Aplicando el Monitoreo GEI*, para las dos ciudades antes citadas. De acuerdo al marco de referencia para el análisis realizado, el documento plantea que existen pocas fuentes de información o estudios que permitan relacionar los patrones de consumo energético residencial con las características de las viviendas y sus ocupantes para realizar diagnósticos y evaluaciones.

Al respecto, estudios desarrollados en diferentes países del mundo, como lo pone de manifiesto el Joint Research Center (JRC)⁶, de la Comisión Europea en su informe “Energy Efficiency Sta-

3. Conferencia de las Partes (CP 17) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Durban 2011.

4. Nationally Appropriate Mitigation Actions. <http://www.nama-facility.org/>

5. Registro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).

6. <https://economicsforenergy.wordpress.com/2013/03/08/evolucion-de-los-factores-que-determinan-el-consumo-energetico-residencial/>

tus Report”, de 2012, en el consumo energético residencial, no sólo inciden las condiciones externas e internas de la vivienda, sino también los factores tales como la climatología, la población, el número y tamaño de viviendas, incluso el PIB per cápita; así mismo de acuerdo al *Informe Final*, también las características y hábitos personales y familiares inciden en ello:

[...] entre las características y hábitos figuran: el nivel de los ingresos familiares, los patrones de ocupación de las viviendas, el uso de aparatos eléctricos, determinados patrones de comportamiento que tienen relación con el consumo energético, así como también las expectativas de confort que varían grandemente en los hogares y tienen implicaciones importantes en la demanda energética (Sedatu, CONAVI y GIZ, 2015).

El informe establece que este Proyecto Piloto de la NAMA de Vivienda Sustentable en México procuró “recolectar información sobre todos los factores antes mencionados, con el propósito de conocer de manera más completa el fenómeno del consumo energético final y contribuir al diseño e implementación de medidas de eficiencia energética en los hogares.” (Sedatu, CONAVI y GIZ, 2015).

MÉTODO

Las empresas constructoras que participaron en el Proyecto Piloto de Vivienda fueron la desarrolladora DEREK (en Hermosillo) y la Inmobiliaria HERSO (en Morelia). Para el caso y los fines de esta investigación, se solicitó a la empresa DEREK la aportación de los modelos de vivienda, que participaron en el *Proyecto Piloto de la NAMA de Vivienda Sustentable Aplicando el Monitoreo GEI*.

Con relación a los datos recolectados y presentados en el informe de referencia, la *percepción del confort interno en la vivienda, así como su habitabilidad* han sido del interés principal de la investigación, considerando a la temperatura como principal indicador del confort interno, tomando en cuenta el propio diseño de la vivienda,

sus características, sus dimensiones, así como los materiales de la envolvente de la misma.

Por otra parte, está la consideración del concepto *habitabilidad*, por las políticas públicas de vivienda en México. Si bien el término es citado por las leyes, reglamentos y normas afines, al realizar una revisión de ello, sólo la norma NMX-AA-161-SCFI-2013, la define en su inciso: 4.30 *Habitabilidad*: “Es la cualidad de habitable que tiene un espacio construido, en función de normas legales”. Cabe destacar que dicha definición es la misma que da la Real Academia Española (RAE).

Por tanto, la habitabilidad de una vivienda *será en apego a ciertas normas legales*; en México estas normas legales son dictadas por la Política de Vivienda, a través de “las normas y tecnologías para las viviendas”, como se establece en el artículo 4, inciso IV, de la Ley Federal de Vivienda (1984), reglamentaria del artículo 4º Constitucional, a la que posteriormente seguiría la reformada Ley de Vivienda (2006), con la cual se crea la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI).

Dentro de la revisión efectuada, en el Reglamento de Construcciones para la ciudad de Hermosillo, se menciona dos veces el término habitabilidad (artículos 5 y 83), así mismo incluye una norma técnica complementaria que establece las características y requerimientos para el proyecto arquitectónico, con la finalidad de regular, entre otros, los requerimientos mínimos de habitabilidad; estableciendo en su artículo 2 las dimensiones y características mínimas que deben de contar los locales de las edificaciones, según su uso. Cabe mencionar que es para el uso habitacional que define las dimensiones de superficie, largo, ancho y altura mínimas.

Así también en el Reglamento de Construcciones para la ciudad de Nogales se menciona diez veces el término habitabilidad, conteniendo en el título quinto, capítulo tercero, los Requisitos Mínimos Generales de Habitabilidad, Accesibilidad y Funcionamiento, refiriendo además que para el criterio de habitabilidad, funcionamiento y seguridad de los edificios se seguirán, además de los estipulados en ese reglamento, los requeri-

mientos establecidos en el Código de Edificación de Vivienda (CEV).

La CONAVI, en diciembre de 2007 (tabla 1), expide el Código de Edificación de Vivienda (CEV), y para el 2010 una segunda edición (tabla 2), donde amplía el capítulo dedicado al tema de la sustentabilidad en la vivienda, incluyendo en sus parámetros técnicos para la edificación, los relativos a la *habitabilidad y sustentabilidad* (Comisión Nacional de Vivienda, 2010).

TABLA 1. Área mínima de espacios, CEV 2007

Espacio Habitable	Area Mínima	Lado Corto	Lado Largo
Estancia	7.29 m ²	2.70	2.70
Comedor	7.29 m ²	2.70	2.70
Recámara*	7.29 m ²	2.70	2.70
Alcoba**	4.59 m ²	1.70	2.70
Espacio auxiliar			
Cocina	3.75 m ²	1.50	2.50
Baño	2.53 m ²	1.10	2.30
1/2 baño rectangular	1.54 m ²	1.10	1.40
1/2 baño alargado	1.44 m ²	0.80	1.80
Lavandería	2.88 m ²	1.60	1.80
Patio	3.20 m ²	1.60	2.00
Patio-lavandería***	4.64 m ²	1.60	2.90
Espacios fusionados			
Estancia-comedor	14,31 m ²	2.70	5.30
Estancia -comedor-cocina	17,01m ²	2.70	6.30
(*) Más closet mínimo de 0.60 m por 1.20 m.			
(**) Más closet mínimo de 0.60 m por 0.90 m.			
(***) Cuando no se requiera de recipientes de gas en el patio-lavandería dichos patios deben tener, como mínimo, un área de 3.2 m ² , un lado corto de 1.60 m y un lado largo de 2.0 m.			

Fuente: Elaboración propia a partir del Código de Edificación de Vivienda 2007, CONAVI.

En un cuadro comparativo, plantea Cervantes Borja (2015) las dimensiones mínimas establecidas por el CEV de 2007 y 2010 (tabla 3). Las compara con los indicadores obtenidos del laboratorio de Sistemas de Información, Monitoreo y Modelación Urbana y de Vivienda (SIMMUV), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En ese laboratorio, dice, se han diseñado indicadores de satisfacción residencial para evaluar la calidad de la habitación y la calidad de vida en la vivienda de interés social. Los comparativos realizados fueron para 2,5, 4 y 6 personas, comparando los indicadores de la Línea Base del SIMMUV, contra las dimensiones mínimas señaladas en el Código de Edificación de Vivienda

TABLA 2. Área mínima de espacios, CEV 2010

Espacio Habitable	Area Mínima	Lado Mínimo
Estancia	7.29 m ²	2.70
Comedor	4.41 m ²	2.10
Recámara*	7.29 m ²	2.70
Alcoba**	3.60 m ²	2.00
Espacio auxiliar		
Cocina	3.30 m ²	1.50
Baño	2.73 m ²	1.30
1/2 baño rectangular	1.69 m ²	1.30
1/2 baño alargado	1.44 m ²	0.80
Lavandería	2.56 m ²	1.60
Patio	1.96 m ²	1.40
Patio-lavandería**	2.66 m ²	1.40
Espacios superpuestos		
Estancia-comedor	12.00 m ²	2.70
Estancia -comedor-cocina	14.60m ²	2.70
(*) Más closet mínimo de 0.60 m por 1.50 m.		
(**) Cuando se requiera de recipientes de gas en el patio-lavandería la distancia entre la salida del recipiente de gas y cualquier punto de ignición, dentro o fuera de la vivienda, debe ser de 1.50 m mínimo.		

Fuente: Elaboración propia a partir del Código de Edificación de Vivienda 2010, CONAVI.

en sus dos versiones, 2007 y 2010. Los resultados muestran una marcada diferencia en área para cada tipo de vivienda, con respecto al área total establecida por el CEV, lo cual deja de manifiesto que es importante y necesaria la revisión a los estándares establecidos por la Política de Vivienda en México, y que para el efecto de la investigación es de suma importancia para la percepción del confort interno, el espacio de los modelos de viviendas analizadas.

TABLA 3. Comparativo dimensiones mínimas de vivienda

Vivienda	Línea Base SIMMUV	CEV 2007	CEV 2010
Para 2.5 personas	44	33	31
Para 4 personas	74	43	40
Para 6 personas	108	52	50

Fuente: Elaboración propia a partir de Cervantes Borja (2015).

Tratando de definir “La pertinencia de las estrategias gubernamentales aplicadas a la generación de vivienda energéticamente sustentable” utilizamos como método el comparativo entre los resultados obtenidos mediante las simulaciones

energéticas aplicadas a los modelos de vivienda proporcionados, a través de la utilización del Programa REVIT. Esto nos permitió obtener, entre otros resultados, el gasto energético de las mismas y con ello el cálculo de las emisiones de CO₂, así como las temperaturas internas de las viviendas. También se consideró para el efecto los resultados recolectados y analizados por el informe del proyecto citado, básicamente en relación con los consumos energéticos registrados en las encuestas aplicadas en el proyecto.

Derivado de la observación e interpretación de los resultados obtenidos, mediante la elaboración de gráficas con los datos de los reportes generados de las simulaciones energéticas (REVIT), aplicadas a modelos de vivienda NAMA y tradicional para la ciudad de Hermosillo, Sonora, se llevó a cabo también la elaboración de otros escenarios mediante modelos de simulación de diagramas de influencias y diagramas Forrester (VENSIM). Lo anterior para imitar el funcionamiento de un sistema real durante un intervalo de tiempo, con la finalidad de observar el comportamiento del mismo, tratando de realizar una interpretación adecuada y con ello generar la aportación de conocimiento en la aplicación de futuros escenarios, considerando las Políticas Públicas de Vivienda analizadas en el curso de la investigación.

VENSIM es una herramienta visual que permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de dinámica de sistemas. Provee una forma simple y flexible de construir modelos de simulación mediante diagramas de influencias y diagramas de Forrester. Este programa fue realizado por Ventana Systems, Inc, con base en Harvard Massachusetts (VENTANA Systems, Inc., 2017).

El comportamiento de la simulación está determinado por el modelo de simulación o conjunto de supuestos concernientes al sistema real. Estos supuestos se expresan a través de relaciones lógicas y matemáticas entre las entidades, con lo cual se crearon distintos escenarios con las variables consideradas en las interacciones para la generación de vivienda energéticamente sustentable (figura 1). Enlistamos las variables

consideradas como incidentes sobre la vivienda energéticamente sustentable, mismas que van desde el enfoque económico, social o ambiental, así como del propio Programa Nacional de Vivienda 2014-2018, y con ello posteriormente simular escenarios donde se pueda visualizar y observar el comportamiento, buscando con ello dar mayor certidumbre a las conclusiones que se obtengan, del conjunto de supuestos concernientes al sistema real analizado. A continuación, se enlistan las variables consideradas.

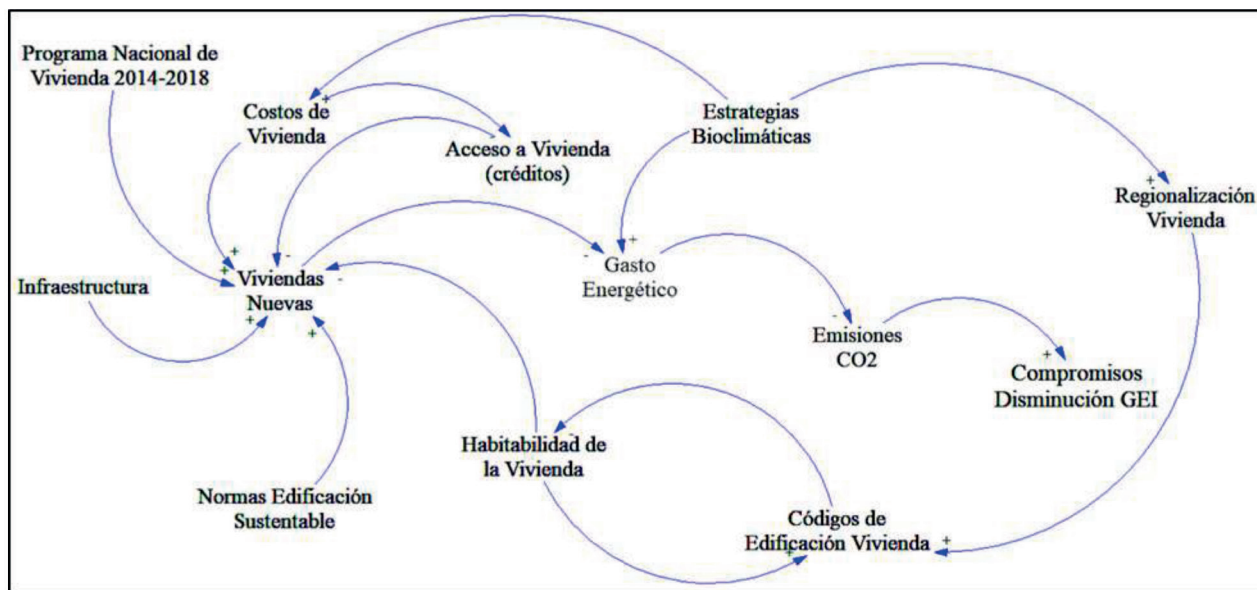
- Construcción de viviendas.
- Materiales construcción.
- Costo vivienda.
- Acceso a vivienda (créditos).
- Gasto energético.
- Habitabilidad.
- Dimensión vivienda (CEV).
- Estrategias bioclimáticas.
- Regionalización (clima, costumbres).
- Costumbres.
- Emisiones GEL.
- Compromiso México disminución GEL.
- Infraestructura.

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Dentro del contexto internacional, México contribuye con alrededor del 1.6% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Derivado de los compromisos adquiridos a nivel internacional, respecto a la reducción de los GEL, el poder ejecutivo federal emitió el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012, con el objetivo de ampliar su respuesta frente a este desafío global, tanto en su vertiente de mitigación, para el control y la reducción de las emisiones, como la adaptación para abatir la vulnerabilidad y limitar los impactos negativos del cambio climático (*Diario Oficial de la Federación*, 2009).

La vivienda surge para satisfacer una de las primeras necesidades del ser humano: cubrirse del ambiente exterior. Esta necesidad se ha modificado a través del tiempo, en la búsqueda no únicamente de la protección del medio ambiente

FIGURA 1. Diagrama causal. Vivienda energéticamente sustentable



Fuente: Elaboración propia utilizando VENSIM.

sino de controlarlo al interior de la vivienda, con la finalidad de obtener el beneficio de crear y recrear ambientes confortables para el ser humano.

A lo largo de la historia, la relación entre el clima y la arquitectura siempre ha sido íntima, estableciéndose una relación de dependencia entre los materiales, las técnicas, los sistemas constructivos y el diseño de los edificios, con el clima del lugar. La arquitectura popular ha representado una adecuación excelente entre el clima, las necesidades humanas y la construcción sostenible, por ello se podría decir que es esta la primigenia de la arquitectura bioclimática.

Por tanto, en la *arquitectura bioclimática* el diseño de vivienda está basado en las condiciones climáticas, con el aprovechamiento de los recursos naturales: el sol, los árboles, el viento y la lluvia; utilizándolos para reducir el consumo de energía y el impacto ambiental, ligado a una construcción ecológica, mediante procesos de construcción que sean responsables con el medio ambiente. La vivienda bioclimática puede representar un gran ahorro o llegar a ser totalmente sustentable. Aun cuando el costo de construcción puede ser mayor, llega a ser rentable, ya que el

incremento en el costo inicial se amortiza en el tiempo al disminuir los costos de operación.

Como *arquitectura sustentable* se puede considerar al diseño arquitectónico al optimizar los recursos naturales y su sistema constructivo, de manera que se minimice el impacto ambiental de la edificación sobre el medio ambiente, creando un balance energético, al abarcar las fases de diseño, construcción, operación y término de su vida útil, lo cual vendría a concluir con un análisis de ciclo de vida (ACV).

Como todo beneficio, este lleva un costo, y ese costo para generar un confort térmico artificial al interior de los espacios habitables, requiere el uso de energía, mismo que se traduce en costo. Sin embargo, dicho costo no es únicamente el económico, ha repercutido de manera negativa al medio ambiente, hipotecando con ello las posibilidades de desarrollo de futuras generaciones, provocando con por tanto un costo socio-ambiental.

Ante ello y de manera global desde hace algunos años, se ha buscado la reducción del consumo de energía, considerando que el beneficio en el ahorro de energía en todas las actividades del ser humano es una de las acciones más importantes para reducir las emisiones contaminantes

de CO₂ (dióxido de carbono) a la atmósfera, y así detener el calentamiento global del planeta y el cambio climático. Por tanto, la generación del satisfactor primario de vivienda del ser humano, al ser el componente más extenso de una estructura urbana, en la búsqueda de la reducción de los costos, su diseño y construcción tradicional se ha ido modificando generando la “vivienda sustentable”, traduciéndose esto en programas que buscan la eficiencia energética, cuya práctica tiene como objeto reducir el consumo de energía, contribuyendo con ello en la reducción emisiones de CO₂ principalmente, y por tanto, del calentamiento global del planeta y el cambio climático.

RESULTADOS

Una vez concluido el *Proyecto Piloto de la NAMA de Vivienda Sustentable Aplicando el Monitoreo GEI*, en noviembre de 2015 la Sedatu, CONAVI y GIZ emitieron un informe para las ciudades de Hermosillo, Sonora, y Morelia, Michoacán. De acuerdo al marco de referencia del análisis realizado, el documento plantea que existen pocas fuentes de información o estudios que permitan relacionar los patrones de consumo energético residencial con las características de las viviendas y sus ocupantes para poder realizar diagnósticos y evaluaciones.

El Informe establece que este Proyecto Piloto de la NAMA de Vivienda Sustentable en México procuró “recolectar información sobre todos los factores antes mencionados, con el propósito de conocer de manera más completa el fenómeno del consumo energético final y contribuir al diseño e implementación de medidas de eficiencia energética en los hogares”.

De entre otros resultados del informe considerados para el desarrollo del artículo mostramos los siguientes, sobre las viviendas NAMA y de control para la ciudad de Hermosillo, Sonora:

TEMPERATURA

La satisfacción reportada con la temperatura en las viviendas NAMA se concentra con mayor

frecuencia en las categorías de respuesta “Satisfecho” o “Muy satisfecho”, a diferencia de las viviendas control. También se observa que la categoría “Ideal” es la seleccionada con más frecuencia entre las viviendas NAMA cuando se pregunta por la temperatura al interior de la vivienda en los días calurosos y en los días fríos.

Con respecto a las variaciones de temperatura al interior de la vivienda a lo largo del día, “Varía poco” y “No varía” son las respuestas más comunes en ambos tipos de vivienda.

Las tres primeras diferencias entre las viviendas NAMA y control son significativas (satisfacción con la temperatura al interior de la vivienda durante el día, la noche y en los días calurosos).

ESPACIO

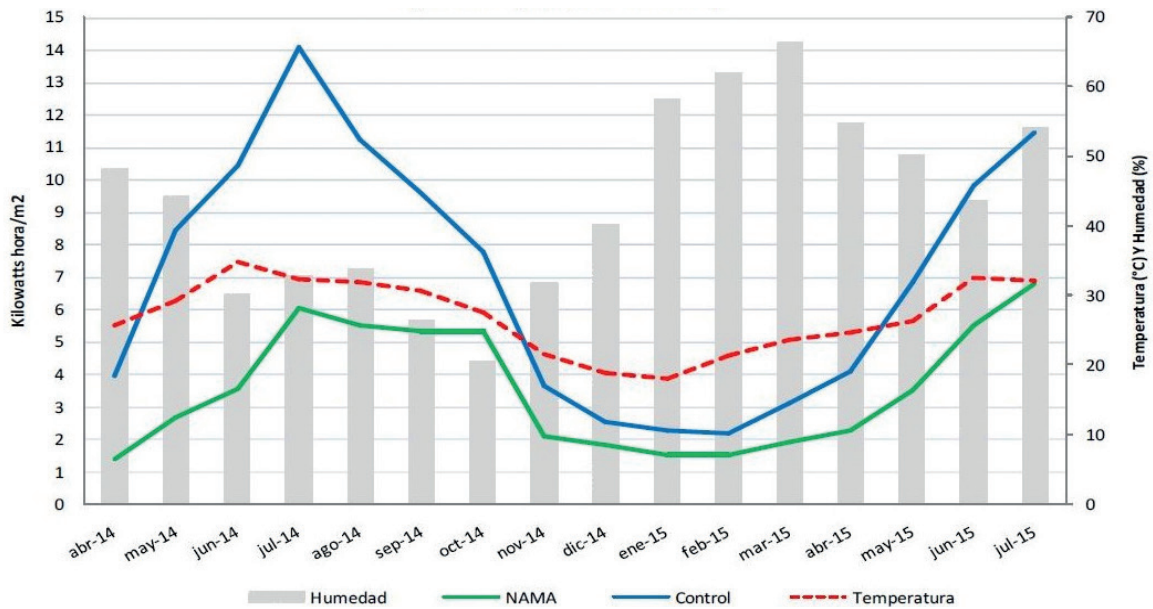
En el cuestionario diseñado para este estudio piloto se incluyó una pregunta sobre satisfacción con el espacio en la vivienda. La mitad de los ocupantes de las viviendas NAMA están muy satisfechos con el espacio y 25% satisfechos. Entre las viviendas control, 50% están satisfechos y 16% muy satisfechos. En este punto, es importante tener en cuenta que el 34% de las viviendas control están localizadas en el desarrollo Portal de Romanza donde todas las viviendas tienen 46 m², mientras que la mayoría de las viviendas NAMA tienen 76 m².

Las pruebas de diferencias, en las que se comparan viviendas NAMAS y viviendas control, muestran que la diferencia en términos de la satisfacción con el espacio es estadísticamente significativa.

Por otra parte, con los resultados obtenidos de las simulaciones energéticas elaboradas con REVIT, y aplicadas a modelos de vivienda participantes en el programa piloto para la ciudad de Hermosillo, Son., a fin de realizar una mejor interpretación, se elaboraron las gráficas con los datos obtenidos. A continuación, la interpretación de dichos resultados:

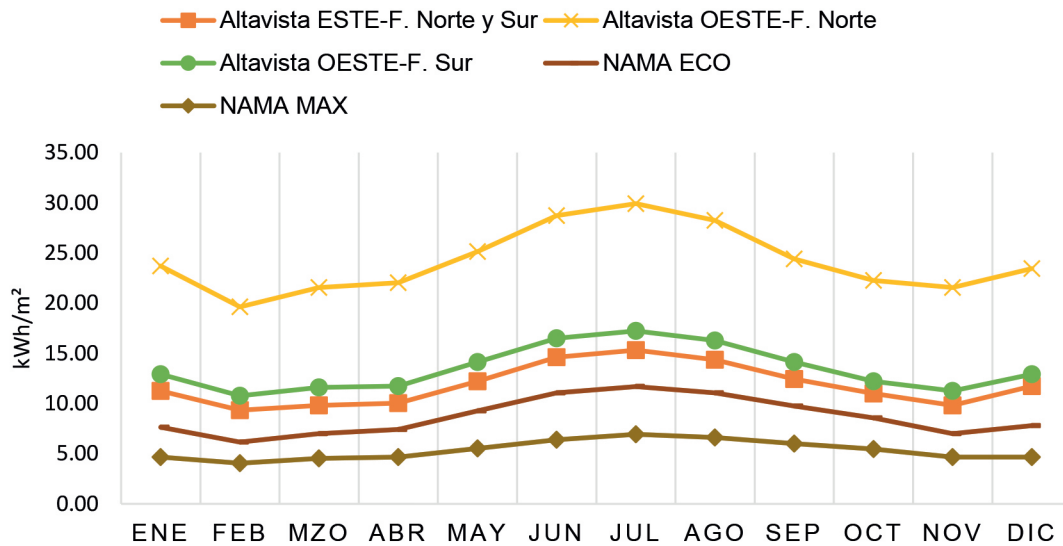
- Los consumos eléctricos de energía eléctrica por superficie de vivienda (kWh/m²), reportados en el informe del programa piloto para las viviendas NAMA y de control (figura 2)

FIGURA 2. Consumo de energía eléctrica. Modelos de vivienda en Hermosillo, Sonora



Fuente: Programa Piloto de la NAMA.

FIGURA 3. Consumo energía eléctrica. Modelos de vivienda en Hermosillo, Sonora

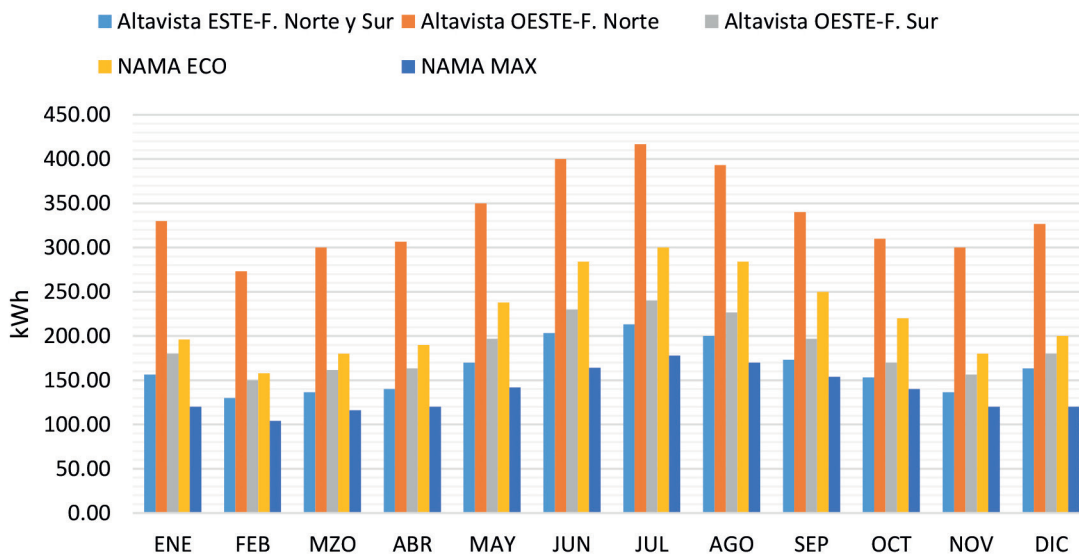


Fuente: Elaboración propia, a partir de simulaciones con Revit.

son coincidentes con los resultados obtenidos a través de las simulaciones energéticas realizadas, para los mismos tipos de vivienda, excepto para la vivienda que cuenta con orientación de fachada al norte (figura 3). De igual manera, el consumo eléctrico anual, obtenido con las simulaciones energéticas,

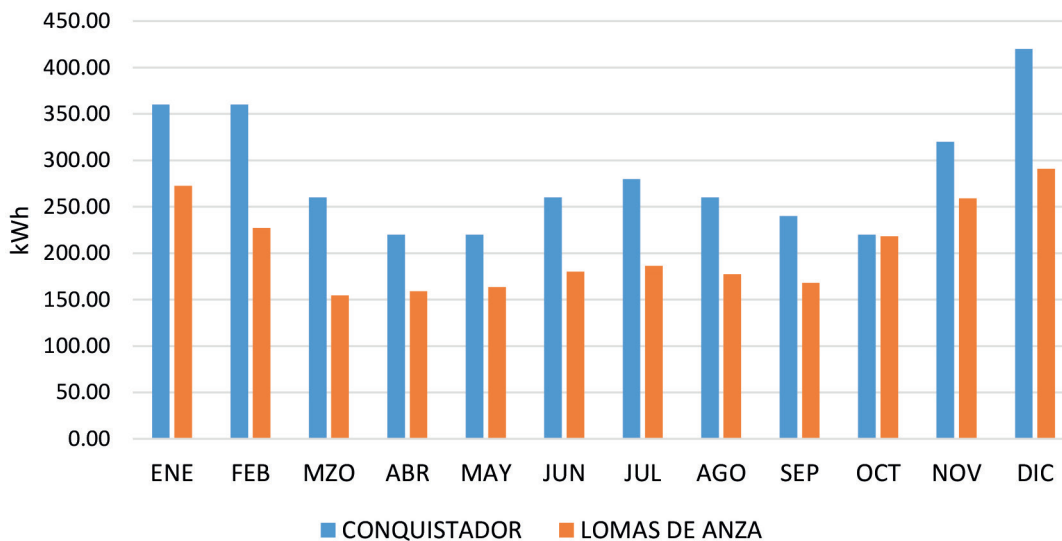
para los modelos de vivienda de Hermosillo (figura 4), en general las viviendas analizadas, reportan un consumo eléctrico por encima del indicador de consumo de energía eléctrica de la Agencia Internacional de Energía (AEI, 2013), de 179.2 kWh per cápita promedio por mes, observando nuevamente

FIGURA 4. Consumo eléctrico mensual per cápita. Modelos de viviendas Hermosillo, Sonora



Fuente: Elaboración propia, a partir de simulaciones con Revit.

FIGURA 5. Consumo eléctrico mensual per cápita. Modelos de viviendas Nogales, Sonora



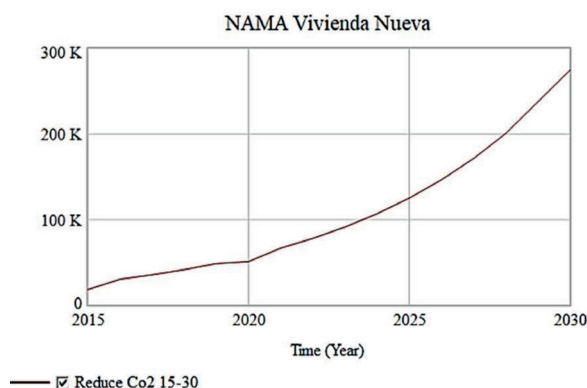
Fuente: Elaboración propia, a partir de simulaciones con Revit.

que de éstas, la que cuenta con fachada orientada al Norte tiene un consumo eléctrico muy superior a todas las analizadas. Cabe destacar que únicamente la vivienda NAMA MAX, es la que se mantuvo por debajo del valor del indicador de la AEI antes mencionado.

De igual manera, al graficar los consumos totales por superficie de vivienda, para los mismos tipos de viviendas, que los utilizados en

el informe, se observa de manera generalizada que los picos de consumo de cada vivienda se producen en el mes de julio, obteniendo entre 15 y 17 kWh/m², para las viviendas control, a excepción de la vivienda con fachada con acceso al Oeste y fachada principal al Sur, la cual obtuvo en todos los casos los mayores consumos, siendo para este caso de 29.92 kWh/m². Asimismo, el comportamiento de

FIGURA 10. Resultado de modelación NAMA Viv. nueva. Reducción CO₂



Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de modelación energética.

a los estándares establecidos por la Política de Vivienda en México.

2. La habitabilidad en las viviendas NAMA, considerando como indicador el ahorro en el consumo eléctrico, y, por lo tanto, la reducción de la generación de los GEI (CO₂), a pesar de una alta carga térmica por transferencia de calor de su envolvente, obtuvo un mejor desempeño por volumen de enfriamiento, definiéndose como un buen índice de habitabilidad, en el sentido del confort térmico ambiental.

3. Respecto a los consumos eléctricos, obtenidos de las simulaciones energéticas para los modelos de vivienda en Hermosillo, con relación al consumo eléctrico de las viviendas por superficie de vivienda, en comparación a los resultados reportados en el informe, son similares, a excepción de la vivienda con fachada orientada al Norte, lo que reafirma la importancia de la orientación de las viviendas, como una importante estrategia bioclimática.

4. Así mismo al observar los resultados obtenidos de las simulaciones energéticas realizadas, respecto al consumo de energía eléctrica (kWh per cápita), comparados con el indicador de la Agencia Internacional de Energía (2013), de 179.2 kWh per cápita promedio por mes, es contundente el que la vivienda que cuenta con un aislamiento térmico mayor (NAMA MAX), tiene un consumo eléctrico por debajo de este indicador de la AIE.

5. Los resultados para los modelos de viviendas en Nogales también reflejan unos resultados por arriba del indicador citado; sin embargo, son de manera inversa, reflejando los valores más altos durante los meses de invierno, diferencia que se da a causa de la propia diferencia climática, lo cual es consistente para realizar la observación en la importancia de la regionalización de las estrategias gubernamentales, para un adecuado desempeño en la generación de vivienda energéticamente sustentable.

Así mismo y como resultado de las prospecciones con VENSIM:

1. Con los escenarios simulados, estableciendo como variables incidentes en la generación de vivienda nueva: la carga térmica, acondicionamiento térmico, consumo eléctrico, ahorro energético, reducción de GEI, con la finalidad de definir o acotar la habitabilidad de las viviendas que sean generadas con o sin la aplicación de las estrategias aplicadas a los modelos utilizados en las simulaciones energéticas, podemos concluir lo siguiente:

a) La reducción de la generación de los GEI para la vivienda NAMA, derivado de los resultados en la reducción del consumo eléctrico, mostrados por los diagramas obtenidos, es verdadera.

b) La habitabilidad de las viviendas NAMA, considerando como indicadores el ahorro en el consumo eléctrico, por ende, la reducción de la generación de los GEI, así como un mayor volumen de enfriamiento, a pesar de una alta carga térmica por transferencia de calor de la envolvente, la define con un buen índice de habitabilidad en el sentido del confort térmico, básicamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Autodesk, I. (20 de 05 de 2016). *Programa Autocad*. Obtenido de Autodesk: <https://www.autodesk.com/education/free-software/autodesk-a360>
- Autodesk, Inc. (19 de 05 de 2016). *Programa Revit*. Obtenido de Autodesk: <https://www.autodesk.com/education/free-software/autodesk-a360>
- Cervantes Borja, J. F. (Marzo de 2015). "Características de habitabilidad física de la vivienda

- de interés social”. *Anuario de Investigación del Posgrado de Urbanismo*, 2(1), 59-77.
- Comisión Nacional de Vivienda. (18 de noviembre de 2007). *Código de Edificación de Vivienda*. Recuperado el 17 de junio de 2014, de CMIC.ORG: <http://www.cmic.org/comisiones/sectoriales/vivienda/biblioteca/archivos/CEV%20PDF.pdf>
- Comisión Nacional de Vivienda (2010). *Código de Edificación de Vivienda, Segunda Edición*. Recuperado el 17 de junio de 2014, de www.gob.mx: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/85460/Codigo_de_Edificacion_de_Vivien-da.pdf
- Diario Oficial de la Federación* (28 de agosto de 2009). *Programa Especial de Cambio Climático*. Obtenido de Secretaría de Gobernación: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5107404&fecha=28/08/2009
- Diario Oficial de la Federación* (28 de agosto de 2009). *Programa Especial de Cambio Climático*. Obtenido de Secretaría de Gobernación: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5107404&fecha=28/08/2009
- Diario Oficial de la Federación* (30 de abril de 2014). *Programa Nacional de Vivienda 2014-2018*. Obtenido de Secretaría de Gobernación: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342865&fecha=30/04/2014
- H. Congreso de la Unión (27 de junio de 2006). Ley de Vivienda. *Diario Oficial de la Federación*. Distrito Federal, México.
- King, P. (2016). *The principles of housing*. Abington, Oxon: Integra Software Services Pvt. Ltd.
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (octubre de 2017). *Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda*. Recuperado el 23 de Octubre de 2017, de Reporte Mensual del Sector Vivienda: http://sniiv.conavi.gob.mx/Reports/Boletines/Rep_Coyuntura.aspx
- Sedatu, CONAVI y GIZ. (2015). *Informe final: proyecto piloto de la NAMA de Vivienda sustentable, aplicando el monitoreo GEI*. México, D. F.: UNAM-ISS.
- Ventana Systems, Inc. (09 de junio de 2017). *VENSIM*. Obtenido de Download Vensim® Software: <http://vensim.com/download/>