

VIVIENDA NET-ZERO EN MEXICALI., B.C, UN CAMINO HACIA LAS POLÍTICAS ENERGÉTICAS EN DESARROLLOS HABITACIONALES SUSTENTABLES

R. Calderón¹, * A. Arredondo², E. Cadenas³, F. Mayagoitia⁴

¹M. Arq, Programa de Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable, Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C., México, iluarco69@prodigy.net.mx

²Doctor, Programa Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable, Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C. México,

³Doctor, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Ingeniería Mecánica, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México, ecadenas@zeus.umich.mx

⁴Ingeniero, Lean House, Mexicali, B.C., México, fernandomayagoitia@leanhouse.com.mx

Resumen: En México, la energía es considerada una de las actividades económicas más importantes; además de constituir la fuente principal del ingreso público. El sector energético contribuye al PIB en un 3%; las exportaciones petroleras representan el 8.4% del total nacional y los impuestos de los hidrocarburos aportan el 37% de los ingresos fiscales.

En esta investigación, se realizó una evaluación térmica de dos viviendas ubicadas en Mexicali, B.C.; una denominada caso base y otra Net-Zero. La primera es la vivienda con el sistema constructivo tal y como el desarrollador la entrega, y la segunda, es una vivienda a la cual se le aplicaron los sistemas de aislamientos propuesto por Norma 460 de eficiencia energética mexicana (NMX-460), además de los electrodomésticos de alta eficiencia, focos ahorradores y sistemas de aire acondicionado EER 13.

Las viviendas evaluadas son de interés medio alto, con una superficie aproximada de 137 m²; los objetivos generales de esta investigación se centraron en reducir la vivienda caso base con un consumo eléctrico anual de 15,000 kWh a una línea base de consumo mínima (Net-Zero) de 8000 kWh, consumo que permitirá diseñar un sistema fotovoltaico que servirá para autoabastecer a la propia vivienda; aunado a esto, el programa REEP (Renewable Energy Efficiency Program), fondo canadiense se involucró en la financiación del programa piloto de monitoreo de vivienda Net-Zero, sumándose a este esfuerzo la CONAVI (Comisión Nacional de Vivienda) y apoyando con la validación y factibilidad de dicho proyecto en la parte técnica-operativa la CFE (Comisión Federal de Electricidad) subdivisión Mexicali.

Los resultados mostraron que la vivienda Net-Zero es posible desarrollarla bajo el contexto Mexicano, con el sentido de generar políticas energéticas que direccionen desde la construcción del sistema físico, las tecnologías aplicadas, los electrodomésticos utilizados, los sistemas de aire acondicionado eficientes, el patrón de uso de la misma, así como las características de la energía fotovoltaica y sus técnicas de aplicación, tanto de interconexión a la red como los sistemas de medidores bidireccionales aplicados a este tipo de sistemas. Finalmente, la investigación muestra el costo beneficio y el retorno de inversión de un sistema fotovoltaico aplicado a una vivienda con estas características.

Abstract: In Mexico, energy is considered one of the most important economic activities; besides constituting the main source of public inputs, the power sector contributes the PIB in a 3%; petroleum exports represent the 8.4% of the national total and the hydrocarbon taxes contribute 37% of the fiscal income. In this investigation, a thermal evaluation of two houses located in Mexicali, B.C. was made; one denominated as case base and the other as Net-Zero. First we have the house with the constructive system as the developer delivers it and the second, is a house to which insulation systems were applied, proposed by Mexican energy efficiency norm 460 (NMX-460), besides the electric home appliances of high efficiency, saving and air conditioned systems EER 14.

The evaluated dwellings are medium high interest, with an approximated surface of 137 m², the general purpose of this research consists in reducing the dwelling case base with an annual electrical consumption of 15.000 kWh to a minimum consumption (Net-Zero) of 8000 kWh, allowing to design a photovoltaic system that will serve to self supply the house; combined to this, REEP (Renewable Energy Efficiency Program) Canadian funds, that became involved in the financed test monitoring program of Net-Zero dwelling, included to this effort the CONAVI (National Commission of Dwelling) and supported with the validation and feasibility of this project in the technique-operative part by CFE (Federal Commission of Electricity) Mexicali's subdivision.

The results showed that it is possible to develop the Net-Zero house under a Mexican context, with the intention of generating energetic policies that conduct the construction of the physical system, the applied technologies, the used electric home appliances, the efficient air conditioned systems, the factor use, the characteristics of photovoltaic energy and their technicians meaning the ones in charge of interconnection to the network like the systems of bidirectional measurers applied to this type of systems. Finally the research shows the cost benefit and the reinvestment applying photovoltaic systems to a house with these characteristics and the energy policies that must be considered.

Palabras clave: Net-Zero, Vivienda Sustentable, Políticas Energéticas, Eficiencia Energética

Keywords: Net-Zero, Sustainable Dwellings, Energy Policies, Energy Efficiency

Introducción

El programa sectorial de energía 2001-2006 ha planteado en su visión hacia el 2025, diez objetivos estratégicos en los que se destaca: a) asegurar el abasto suficiente de energía, con estándares internacionales de calidad y precios competitivos; b) hacer del ordenamiento jurídico un instrumento de desarrollo del sector energético, otorgando seguridad y certeza jurídica a los agentes económicos, asegurando la soberanía energética y la rectoría del Estado; c) impulsar la participación de empresas mexicanas en el sector energético; d) *incrementar la utilización de fuentes renovables, además de promover el uso eficiente y el ahorro de energía*; e) ser líderes en la generación, desarrollo, asimilación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico, así como en la formación de recursos humanos altamente calificados para apoyar el desarrollo sustentable del sector energético; y f) ser un sector líder en la protección al medio ambiente en los proyectos de infraestructura.

En este panorama energético según (SENER, 2007), durante el 2006, dentro del sector habitacional, comercial y público, la vivienda representó el 83% del consumo de energía en estos sectores, cifra que impacta directamente sobre el nivel de consumo nacional; los energéticos utilizados en la vivienda son: el gas licuado con un 40%, la leña con 36%, la electricidad con un 20% y el gas natural con un 4%. Estos indicadores son modificados en las zonas donde los sistemas de aire acondicionado son utilizados durante el verano, fenómeno representativo de ciudades como Mexicali, B.C., localizada en una zona de clima cálido seco de México, donde el consumo eléctrico por aire acondicionado ocupa el primer lugar nacional (Calderón et al, 2009).

En la actualidad, la generación de energía eléctrica, es mayormente obtenida mediante el uso de fuentes de energía no renovables y contaminantes provenientes de fuentes derivadas del petróleo (SENER, 2007). Dentro del actual plan nacional de desarrollo, elaborado y presentado por parte del ejecutivo federal en el 2007, se propone el decremento paulatino del uso de derivados fósiles para la obtención de electricidad, reduciendo por un lado las emisiones de gases efecto invernadero principales causantes del calentamiento global. Por otro lado la detonación de las tecnologías para el uso de energías limpias y

renovables, continua siendo en gran parte incierta, por lo que se propone gestionar intensamente ante las instancias gubernamentales responsables, la promoción y uso de las mismas a nivel habitacional.

Esta investigación tiene, preponderantemente, el objetivo de ser el instrumento rector para todo plan, programa o acción de gobierno enfocados a la vivienda en México, con el sentido de que se lleven a cabo dentro de los parámetros establecidos y con los resultados deseados, bajo la reglamentación y la normatividad regulada hasta la fecha. Para garantizar que el marco regulatorio sea el adecuado, se propone gestionar la revisión y actualización de leyes, normas y reglamentos del grupo de dependencias gubernamentales envueltas en el proceso de proyecto/construcción de desarrollos habitacionales bajo el nuevo esquema de sustentabilidad, según el Programa Nacional de Desarrollo, PND (2007).

Asimismo, se señala en el mismo plan que en el rubro sobre el uso eficiente de la energía, por los resultados demostrados hasta el día de hoy, debería ser considerada por si sola como una forma de energía alterna, ya que, con ella se pretende lograr la reducción de las emisiones contaminantes en un gran porcentaje, evitando la quema de combustibles primarios para la generación de energía eléctrica. Por ello, organismo como el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE, 2004) pretende promover la intensificación de los programas de concientización sobre el uso eficiente de la energía e impulsar el uso de aparatos electrodomésticos de alta eficiencia.

El modelo de vivienda Net-Zero

Este modelo constituye una alianza México-Canadá, encaminada hacia la vivienda sustentable (a partir del 2008), aunque ya se ha venido trabajando desde 2004. Es un programa piloto de vivienda con consumo "cero energía", cuyo factor principal radica en la autosuficiencia de energía eléctrica, reduciendo al máximo los consumos y autoabasteciéndose por medio de sistemas fotovoltaicos. El programa contempla que las viviendas sean: *bioclimáticas, sustentables y utilicen energías renovables*, así como el uso eficiente de la energía y el agua, considerando *aspectos científicos y tecnológicos para su construcción*, además de establecer criterios de sustentabilidad en los que se busca que las dependencias como la CONAVI y CFE validen dichas evaluaciones para traducirlas en normas, códigos, iniciativas de ley, políticas y certificación para la generación el desarrollo de viviendas tipo Net-Zero en México. Por otro lado, los resultados de este proyecto piloto en Mexicali, sirvieron para complementar el proyecto de investigación iniciado para la vivienda Net-Zero de Cancún que presentará sus resultados durante el COP 16 (cumbre del clima/Camino a Cancún, México, 2010) durante noviembre y diciembre del mismo año.

Con lo expuesto anteriormente, esta investigación tuvo como objetivo principal atender las demandas del marco regulatorio planteadas por el PND (2007) sustentarlas dentro del Programa Nacional de Vivienda 2007-2012, buscando un modelo de vivienda de "cero" consumo, involucrando a los desarrolladores de viviendas, organismos federales, proveedores de tecnología y sistemas de eficientes, fondos internacionales, actores principales y tomadores de decisiones en el sector energético y de vivienda en México. Bajo este esquema, se busca generar por medio de la vivienda Net-Zero una vivienda sustentable que genere iniciativas de ley, políticas y normatividad energética que permitan tener un modelo de vivienda eficiente que reduzca las emisiones, impulse las energías renovables, y la protección al medio ambiente, además de repercutir en la calidad de vida del usuario y en el benefactor económico a partir de la eficiencia energética de la vivienda, tal como se establece en el programa sectorial de energía 2001-2006 en su visión hacia el 2025.

Materiales y Métodos

Para la evolución del vivienda Net-Zero, fue necesario tomar un caso de referencia denominado caso base, el cual consiste en mostrar la vivienda tal y como la entrega el desarrollador, es decir el sistema tradicional a base de muros de bloc de concreto y cubierta con vigueta bovedilla, este mismo sistema constructivo se llevó al escenario Net-Zero que consideró los sistemas de eficiencia descritos más adelante, todo ello con base en lo establecido por la norma (NMX 460); en términos de resistencias térmicas y ganancias de calor; de esta manera, se tuvieron dos escenarios para la simulación térmica: *la vivienda base vs la vivienda Net-Zero*; para la segunda, se consideró el mismo sistema constructivo tradicional, adicionándose: a) *Aislamiento térmico con poliestireno de 2" en muros*; b) *poliestireno de 3.5" en techos, lo espesores responden a la norma NMX-460*; c) *ventanas de doble vidrio con una cámara de aire de 6 mm*; d) *aleros para las orientaciones sur y este*; e) *sistema de sombreado con árbol caducifolio en la orientación oeste*.

El método

Para la evaluación de la vivienda Net-Zero, se seleccionó la ciudad de Mexicali, B.C. y una vivienda con una superficie aproximada de 134 m², de acuerdo con las condiciones climáticas más adversas del país y donde el grupo desarrollador edificará 3 viviendas piloto en el fraccionamiento denominado Villa Santorini; para la evaluación de dicha vivienda se realizaron las simulaciones térmicas correspondientes aplicadas a la vivienda para conocer: a) *el comportamiento térmico de la vivienda con el sistema constructivo tradicional, según la ciudad y bioclima*; b) *la estimación del consumo eléctrico de la vivienda* y c) *el comportamiento y el consumo eléctrico de la misma vivienda tradicional pero con la aplicación de tecnologías ahorradoras propuestas por el desarrollador* d) *el impacto en la carga térmica y la reducción en los sistemas de refrigeración*; e) *la capacidad requerida por el sistema fotovoltaico. Dichas medidas tuvieron como objetivo reducir el consumo actual de 15000 kWh a 8000 kWh con el sentido de poder dimensionar el fotovoltaico que será financiado por el fondo Canadiense REE, CONAVI y el Grupo desarrollador*.

La validación del programa piloto por CFE

Para la validación de los resultados del proyecto piloto fue necesario realizar un convenio con CFE, que consistirá en monitorear la vivienda y sus consumos eléctricos durante un año a efecto de poder comparar lo medido en campo contra lo simulado, a partir de dicha validación se estará en posibilidades de ver la fallas y aciertos del sistema con mayor precisión, y se estará en posibilidades de crear desarrollos de vivienda sustentables basados en el autoabastecimiento de energía (Net-Zero). Por otro lado, la participación de CFE como organismo competente en la parte de modificación de los sistemas de suministros eléctricos tales como: medidores bidireccionales, transformadores, líneas de tensión, los sistemas feed-back (suma y resta de energía según los consumos), así como la implementación e instrumentación para la capacidad instalada en el desarrollo habitacional, entre otras, será determinante. Asimismo, a través de CFE, se puede saber cuáles serán las estrategias a seguir para un fraccionamiento con dichas características de autoabastecimiento, y cuáles serán los sistemas de respaldo en el caso de una falla en el sistema fotovoltaico. Según CFE (2010), no es posible tener un desarrollo habitacional de auto abastecimiento, sino se tiene una interconexión con la red eléctrica considerando un sistema de respaldo.

El simulador

Las simulaciones se realizaron en estado dinámico, estimándose preliminarmente la carga térmica en el simulador TRANSYS. Posteriormente, completándose con el simulador DOE, se realizaron los análisis del consumo eléctrico de los aparatos de refrigeración adecuados a la carga térmica interna mostrada por TRANSYS, finalmente, se comparan los datos obtenidos y se da una validación final. Los simuladores utilizados en esta investigación son ampliamente reconocidos, y han sido desarrollados para la evaluación de la edificación y su interacción en estado dinámico con su entorno y fenómenos energéticos internos (Sullivan, 1998), otros estudios como el de Vreenegoor R. de Vries y B. Hensen (2008) también validan este método de evolución.

Patrón de uso de la vivienda

Uno de los factores más importantes dentro de la eficiencia energética de la edificación está directamente relacionado con el patrón de uso que se haga tanto de la vivienda como de los aparatos, luces y personas que la habitan, para determinar con mayor precisión la carga interna (ganancia de calor), así como la carga térmica del total de la vivienda, y con ello la capacidad máxima de enfriamiento. Fue necesario determinar un patrón de uso de la vivienda, el cual fue sustentado por el grupo desarrollador mostrado en la tabla 1. En ella, se muestran las horas uso de los electrodomésticos, así como la potencia y los consumos de los mismos; estos datos, fueron cargados al simulador y relacionados con un patrón de uso para las 24 horas de cada día y los 365 días del año. Cada uno de ellos fue especificado con los tiempos de trabajo de los equipos, de igual manera, se hizo para las luces y la habitabilidad de los espacios (gente). Cabe señalar que para esta vivienda, se consideraron 4 personas adultas, cada una de ellas con su aportación de carga interna en función de las horas uso del espacio propuesto.

Tabla 1. Patrón de uso de la vivienda electrodomésticos y gente

<i>Equipo</i>	<i>Potencia Promedio (W)</i>	<i>Tiempo de uso al día</i>	<i>Tiempo de uso al mes (hrs)</i>	<i>Consumo mensual (kWh)</i>
Licuadora	350	10 min/día	5	1.75
Horno de microondas	1,200	15 min/día	10	12.00
Videocasetera o DVD (2 equipo)	50	3 hr 4 *vec./sem	48	2.40
Tv color (19-21") (2 equipos)	140	6 hrs diarias	180	25.20
Campana extractora de cocina	381	2 hrs diarias	60	22.86
Lavadora Automática	700	4 hr 2* vec./sem	32	22.40
Secadora de ropa (eléctrica)	5,600	4 hr/sem	16	89.60
Plancha de ropa	1,000	3 Hr 2* vec./sem	24	24.00
Equipo de computo	300	4 hr/día	120	36.00
Refrigerador de (18-22 Ft ³)	500	9 hrs/día	270	135.00

Fuente: Grupo Urbi. vec= veces por semana

Análisis y Discusión de Resultados

Una vez evaluados y modelados los sistemas de vivienda según las estrategias y tecnologías aplicadas, se obtuvieron los resultados de consumos eléctricos desglosados para sistemas de aire acondicionado, luces y electrodomésticos. Los resultados de las tablas 2 y 3 muestran la comparación entre la vivienda ineficiente, denominada caso base y la vivienda Net-Zero. Asimismo, se desglosa el consumo eléctrico por sistemas mensual y anual para cada modelo de vivienda.

Tabla 2. Consumo eléctrico Caso Base

	Consumo *Electrodom.	Consumo **A/C	Consumo total mensual
Ene	521.86	0.00	521.86
Feb	476.98	0.00	476.98
Mar	529.91	0.00	529.91
Abr	510.63	0.00	510.63
May	521.71	662.00	1,183.71
Jun	517.85	1,272.00	1,789.85
Jul	529.46	2,253.00	2,782.46
Ago	524.31	2,170.00	2,694.31
Sep	517.85	1,571.00	2,088.85
Oct	521.86	563.00	1,084.86
Nov	510.48	0.00	510.48
Dic	530.06	0.00	530.06
Total Anual	6,212.95		14,703.96

Fuente: Elaboración propia. *Electrodomésticos, ** Aire Acondicionado

Tabla 3. Consumo eléctrico Caso Net-Zero

	Consumo *Electrodom.	Consumo **A/C	Consumo total mensual
Ene	208.26	0.00	208.26
Feb	175.3	0.00	175.30
Mar	185.26	0.00	185.26
Abr	175.61	0.00	175.61
May	182.43	282.83	465.26
Jun	186.78	670.83	857.61
Jul	182.43	1423.83	1606.26
Ago	182.43	1329.83	1512.26
Sep	186.78	971.83	1158.61
Oct	182.43	452.83	635.26
Nov	177.61	0	177.61
Dic	194.26	0	194.26
Total Anual	2219.60	5132.00	7351.60

Fuente: Elaboración propia. *Electrodomésticos, ** Aire Acondicionado

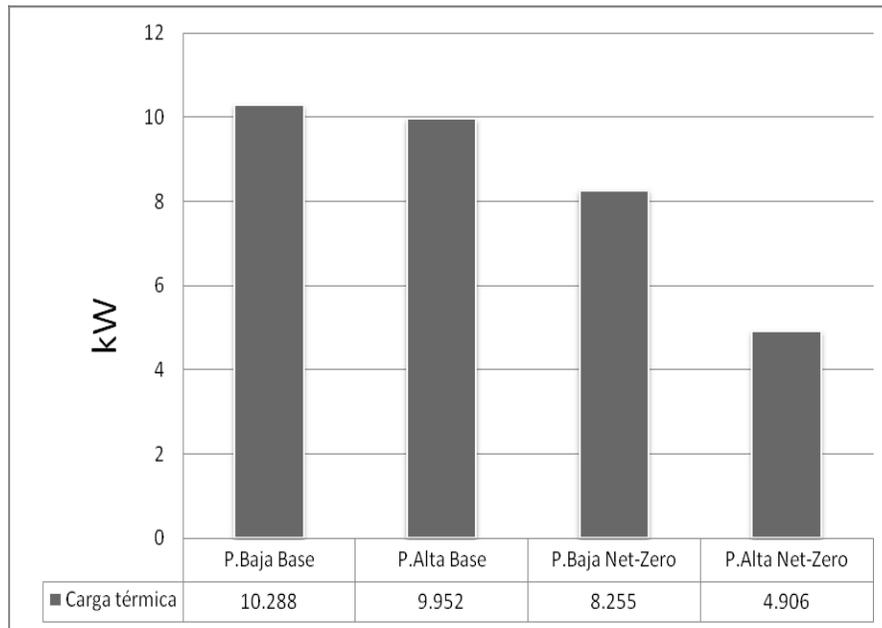
Los resultados demostrados en las tablas 2 y 3 definen que los sistemas electrodomésticos eficientes, así como la iluminación con sistemas de focos fluorescentes compactos propuestos en la vivienda Net-

Zero, redujeron el consumo eléctrico en un 50%; asimismo, se muestra que el sistema de consumo eléctrico por aire acondicionado se redujo entre el 40 y 60% durante los meses de mayo a octubre, dicho efecto se debe al sistema de aislamiento de 3.5” en el techo y 1.5” de poliestireno, espesores propuestos por la NMX-460.

Beneficios de la Vivienda Net-Zero

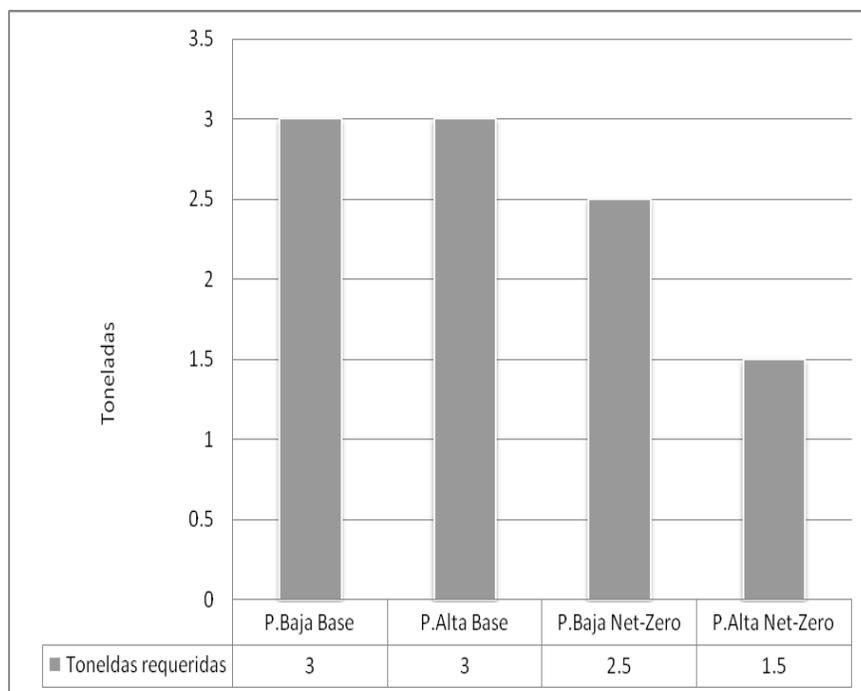
La aplicación del sistema ahorrador de aislamiento según la NMX-460, así como los sistemas de aire acondicionado con un EER 13 y electrodomésticos de alta eficiencia, demostraron que la vivienda Net-Zero, redujo el consumo eléctrico de 14,703.95 kWh anuales a 7,351.50 kWh, factor que permitió dimensionar la capacidad del fotovoltaico según lo demandado por la iniciativa de inversión del fondo canadiense (REEP). Otros de los beneficios obtenidos en la vivienda Net-Zero, fueron las toneladas de refrigeración demandadas, así como la ganancia de calor del sistema. Las figuras 1, 2 y 3 muestran dichos resultados.

Figura 1. Carga térmica comparando ambos casos



En términos de carga térmica se observa que la vivienda Net-Zero logra mejores beneficios, que se reflejarán en el dimensionamiento de la capacidad máxima de enfriamiento y de la cantidad de energía a retirar del sistema; la figura 1, demuestra que la planta baja presenta una mayor carga térmica debido a la concentración de cargas y el patrón de uso de los sistemas. Los resultados nos indican que la carga térmica de la vivienda Net-Zero se reduce en un 40% con los sistemas de aislamiento y eficiencia energética propuestos.

Figura 2. Reducción en toneladas de refrigeración



Como consecuencia de la reducción en la carga térmica, la capacidad máxima de enfriamiento también se vio reducida en un 40%, mientras que el caso base requiere un sistema de 6 toneladas de refrigeración el sistema Net-Zero, redujo dicha demanda a 4 toneladas, representando así un 33.33% menos en la capacidad de refrigeración instalada.

Figura 3. Impacto económico-ambiental según la reducción del consumo eléctrico

Tipo	Facturación Considera tarifa 1F	Reducción en consumo kWh	Reducción en barriles de petróleo/año	Toneladas. reducidas de CO ₂ /año	Ahorro anual en pesos	Costo del sistema de fotovoltaico	Tiempo Amortización (años)
Panel Fotovoltaico Mono cristalino	\$10,430.90	7,352			\$10,430.90	\$136,041	13
Toneladas de CO ₂ reducidas/año	\$1,101.60			5.10	\$1,101.60		
Barriles de Petróleo			5				
Ahorro directo al cliente					\$ 8574.89		

Fuente: Elaboración propia

Recomendaciones para la generación de iniciativas de ley y políticas energéticas para desarrollos habitacionales sustentables

De acuerdo con los resultados encontrados en esta investigación, se pueden destacar las iniciativas de ley que podrán llevarse a cabo para la materialización de una vivienda tipo Net-Zero en la ciudad de

Mexicali y que más tarde servirán como el planteamiento inicial para la generación de políticas en la vivienda sustentable.

Los resultados mostraron que el sistema de aislamiento normado por la NMX-460, refleja una reducción importante en el consumo eléctrico de la vivienda y por tanto una reducción en la carga térmica, además de que el sistema de aislamiento está dentro de la factibilidad económica para poder aplicarlo en dichas viviendas. Asimismo, resuelve un problema de carácter social reflejado en la economía del usuario, la reducción en el impacto ambiental y la reducción del uso de los energéticos fósiles, evitando con ello toneladas de emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. Si apoyamos los hechos según lo establecido en el protocolo de Kioto y Montreal, estaremos en vías de desarrollar vivienda con carácter sustentable.

Con los resultados obtenidos sobre la vivienda Net-Zero, se pueden generar iniciativas de ley sustentadas en los resultados de esta investigación, mostrados en función de que:

- A partir de la normatividad existente NMX-460 en México, la vivienda reduce en un 60% el consumo energético.
- Los espesores de aislamiento tiene un retorno de inversión del 100% a 13 años, factor que para el estrato económico que adquirirá la vivienda es factible aplicarlo a la hipoteca o el financiamiento.
- La inversión puede ser financiada por las hipotecas verde, cofinavit y otros organismos o fundaciones.
- Los actores principales a nivel municipal, estatal y federal tiene la tarea de involucrarse en la búsqueda de los mejores mecanismos de financiamiento de los sistemas de energía alterna y la adquisición de la tecnología de alta eficiencia energética.
- Los sistemas fotovoltaicos contribuyen a una reducción en la capacidad instalada de los fraccionamientos, así como en el dimensionamiento de la infraestructura proporcionada por CFE.
- Los modelos de vivienda Net-Zero pueden ser registrados como mecanismos de desarrollo limpio implementado ante la ONU, para la venta de bonos de carbono.
- Los desarrolladores, al proponer desarrollos habitacionales limpios, se beneficiarán con la venta de dichos bonos de carbón.
- Las empresas de innovación tecnológica y de materiales eficientes pueden aportar productos con una mejor calidad en sus materias primas, amigables con el medio ambiente, buscando la certificación de sus productos ante la ONU.
- La eficiencia energética que busca la vivienda Net-Zero a través de sus propuestas, lleva la eficiencia energética a un nivel 3, referido al cambio de procesos de producción el cual los industriales están dispuestos a desarrollar.
- En los sistemas de energía fotovoltaica, el desarrollador de vivienda puede quedar como comodante y el usuario como comodatario, ya que estos son reutilizables y tienen una vida útil mayor a los 20 años.
- Se deben generar los fideicomisos para la certificación y apoyo financiero de viviendas Net-Zero ante fondos y organismos que permitan generar retribuciones mediante distintos tipos de incentivos.
- La capacidad demandada por los sistemas fotovoltaicos para cada vivienda, determinará para CFE, la capacidad instalada del respaldo energético (Back-up) por fraccionamiento, esta consideración es obligatoria de acuerdo con CFE.
- Los beneficios que se obtengan de de la reducción de capacidad instalada por fraccionamiento permite la importación de la energía ahorrada.
- El desarrollador se beneficia con la disminución de la capacidad instalada en el fraccionamiento (transformadores y líneas de conexión) y el usuario en la reducción de los costos por infraestructura.
- La reducción en toneladas de CO² tiene un impacto general a nivel distrito de viviendas y no de manera aislada, lo que contribuye en el camino hacia los desarrollos habitacionales sustentables.

- Una utilización colectiva y constante de vivienda eficiente generará un barrio comunitario con el sentido de pertenencia y cohesión social, basada en el principio del ahorro de energía.

Un camino hacia las políticas energéticas en la vivienda

- A) El modelo Net-Zero aplicará únicamente a vivienda mayor de 130m², dado sus características de consumo eléctrico y los retornos de inversión y amortización de los sistemas fotovoltaicos y las tecnologías de eficiencia propuestas.
- B) Las viviendas deben estar consideradas dentro de los consumos de 7,000 a 15,000 kWh anuales, con el sentido de tener retornos de inversión significativos y no dentro de las tarifas DAC propuestas por CFE.
- C) Los organismos gubernamentales (OG'S), el desarrollador de vivienda y los proveedores de innovación tecnológica deben invertir en estudios con conocimiento científico y tecnológico certificados por el CONACYT (Proyectos de investigación en planes sectoriales), que avalen los ahorros y los consumos propuestos en las consideraciones técnicas de los productos.
- D) Los organismos como la CONAVI, CONNUE, CFE, FIDE, SEMANRNAT entre otros, deben participar activamente en la toma de decisión y en la supervisión de las evaluaciones de las tecnologías, los procesos de construcción, certificación e instrumentación de la vivienda.
- E) La CFE, tiene como obligación certificar y validar los monitoreos de la vivienda y sus consumos eléctricos, comparando los estudios realizados por las investigaciones contra lo medido en campo. Asimismo, CFE es responsable de proveer la infraestructura necesaria para poder regular y mantener el óptimo funcionamiento de los fraccionamientos Net-Zero en términos de suministros y sistemas de respaldo.
- F) CFE, es la responsable de que los sistemas den respaldo (feed-back), operen de manera eficiente y correcta, beneficiando al usuario con los sistemas de ahorro, en una forma clara y precisa en la facturación de los consumos.
- G) La instrumentación de los sistemas de medidores bidireccionales deberá ser difundida con mayor medida, además de establecer los límites de consumo a los que estará sujeta la vivienda.
- H) Estimar y generar un patrón de uso para viviendas Net-Zero de una manera reglamentaria y bajo los principios y la educación básica sobre los sistemas fotovoltaicos y de eficiencia energética. El desarrollador tiene la obligación de entregar un manual de operación de la vivienda.
- I) Para poder regular y proponer sistemas de vivienda Net-Zero deberá como mínimo manejarse un conjunto de 60 viviendas con superficies entre los 137 y 240 m², debido a los costos de infraestructura y la reducción en la capacidad instalada.
- J) La vivienda para ser sustentable deberá integrar las tecnologías y aparatos de alta eficiencia energética, los sistemas de aislamiento normados, el dimensionamiento adecuado del sistema fotovoltaico y mostrar un costo beneficio social y ambiental por medio de indicadores de reducción de pago en los consumos eléctricos y en emisiones de CO²/cápita, por m², o bien, en barriles de petróleo según sea el tipo de producción eléctrica.
- K) Todos los sistemas, tecnologías, energías alternas y sistemas constructivos utilizados en la vivienda Net-Zero, así como los estudios y validaciones para obtener los beneficios de incentivos por ahorro deberán estar certificados por las instancias correspondientes.
- L) Se deben generar modelos de vivienda Net-Zero por bioclima además de responder a las condiciones sociales, políticas y energéticas de cada Estado.
- M) La regulación de los sistemas materiales y tecnología deben considerar en la medida de lo posible que sea de producción nacional o de ensamble en México y no podrá ser monopolizada.
- N) El sistema de fuentes de energía fotovoltaica podrá quedar en comodato si se llega a un acuerdo entre el propietario de la vivienda y el desarrollador.

- O) Queda prohibido que el desarrollador venda, rente o suministre los sistemas de energía fotovoltaica al usuario; asimismo deberán existir diferentes proveedores en México evitando el monopolio y quedando prohibido suministrar los sistemas a razón de más de 1000 viviendas por distrito.
- P) Todos los materiales alternativo serán certificados por el organismo competente en términos de resistencia térmica, y validar sus estudios de disminución del consumo eléctrico (kWh), carga térmica (kW), capacidad máxima de enfriamiento (toneladas de refrigeración), temperaturas interiores (C), reducción en el pago del consumo eléctrico y toneladas de CO₂

Conclusiones

El camino de la vivienda sustentable en México puede retomar su punto de partida con la vivienda Net-Zero, lograr la apertura de tener viviendas capaces de autoabastecerse y ser validadas por los organismos federales competentes, como en este caso CFE. Resulta atractivo, asimismo, lograr el engarce entre los órganos de gobiernos, el desarrollador de la viviendas, los industriales y los planes sectoriales, lo cual significa un gran paso en la producción en masa de vivienda.

Asimismo considerar el marco regulatorio y la normatividad de los sistemas de aislamiento, regulados por la NMX-460, partiendo de un valor definido de R, permite una toma de decisión libre para romper los monopolios y utilizar cualquier sistemas constructivo siempre y cuándo se alcance lo normado, repercutiendo en el ahorro de energía, reducción de emisiones de CO₂, temperaturas interiores y pago del consumo eléctrico; trinomio económico social y ambiental que busca el desarrollo sustentable.

La producción de la energía fotovoltaica en México, con este tipo de proyectos piloto, sirve como catalizador de dicha tecnología en el país, beneficiando a las empresas locales, el usuario de la vivienda, al desarrollador de vivienda ofreciendo un producto de mejor calidad al generar conjuntos habitacionales de alta densidad que en un futuro consideren la energía fotovoltaica en granjas solares, abaratando los costos de inversión y disminuyendo la capacidad instalada por fraccionamiento, fenómeno que beneficia a CFE tanto en suministros, como en capacidad instalada y el sistema de respaldo para el distrito de viviendas.

El generar un modelo de vivienda Net-Zero, permite llevarnos a la búsqueda de una vivienda más racional en términos energéticos, con un retorno fijo de inversión y una calidad ambiental más favorables, asimismo impulsa la gobernabilidad en los programas sectoriales enfocados a la vivienda y coadyuva al desarrollo social, la protección al medio ambiente y la innovación tecnológica en México.

La presentación de este proyecto ante un escenario como el COP16 dará una proyección internacional de la vivienda Mexicana, adentrándonos en la búsqueda de los certificados de vivienda de bajo consumo ya obtenidos por la vivienda pasiva Europea.

El análisis de costo beneficio de un sistema de energía alternativa mostró que su cuota de recuperación está dentro de los márgenes de tiempo considerable, y que a partir de aquí las iniciativas de ley y las políticas energética propuestas, responden las demandas de: los actores principales, los tomadores de decisiones, el usuario y sobre todo, a la realidad de la vivienda en un contexto económico, político, energético y ambiental de México.

Referencias

Calderón, R., et al. Estimación y tipificación del consumo eléctrico de la vivienda ahorradora y tradicional, en 12 ciudades de México. Memorias del congreso y feria internacional de energía solar, Guanajuato, México (2009).

CONAFOVI, Programa Nacional de Vivienda, 2007-2012, Hacia un Desarrollo Habitacional Sustentable, México, DF, México, CONAFOVI (2007).

FIDE, Programa piloto para vivienda ahorradora de energía con aplicación de tecnologías eficientes". México, DF, México (2004).

NMX-C- 460-ONNCCE, Aislamiento térmico – Valor "R" para las envolventes en vivienda por zona térmica para la República Mexicana pp. 4-70, México, D.F. (2009).

Programa Nacional de Vivienda 2007-2012. México, DF, México (2007).

PND, Plan Nacional de Desarrollo, 2007-2012. Secretaría de Gobernación, México, DF, México (2007).

SENER, 2006, Balance Nacional de Energía, México DF, México (2007).

Sullivan, R. Validation Studies of the DOE-2 Building, Energy Simulation Program. Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California Berkeley (1998).

Vreenegoor R. de Vries y B. Hensen, *Energy saving renovation: analysis of critical factors at the building level*, Actas del 5º Congreso sobre ciudad sustentable, regeneración urbana y sustentabilidad, ISSN: 1743-3541, ISBN: 978-1-84564-128-3, pp 653-662, Skiathos, Grecia (2008).