

LA CONSTRUCCIÓN ACTUAL DE VIVIENDAS EN HERMOSILLO Y SU ADECUACIÓN AL CLIMA POR MEDIOS PASIVOS

Irene Marincic, J. Manuel Ochoa, M. Guadalupe Alpuche, Alejandro Duarte, Luis Vargas, Ileana González, Itzia Barrera
Dpto. de Arquitectura y Diseño, Universidad de Sonora, Blvd. Encinas y Rosales, Col. Centro, (83000) Hermosillo, México.
Tel. +52 662 2592179. E-mail: imarincic@arq.uson.mx

Guadalupe Huelz

Centro de Investigación en Energía, Universidad Nacional Autónoma de México, A.P. 34 Temixco Centro, 62580 Temixco, Mor., México.

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre las viviendas que se están construyendo y que se ofertan para la venta en Hermosillo, Sonora, de clima cálido-seco. De acuerdo con la información proporcionada por el Instituto de Vivienda del Estado de Sonora (INVES) se estimó que en la zona durante el año de 2010 se construyeron un promedio de 20,000 viviendas.

Se analizaron varios modelos de viviendas, que representan 21% de las viviendas ofertadas en la zona.

De acuerdo con su tipología y costo, el 4% de la muestra analizada son pies de casa, 71% son vivienda mínima, 9% son vivienda popular, 12% son vivienda de interés social, 4% son vivienda de interés medio y ninguna de la muestra es vivienda residencial. Los porcentajes individuales pueden representar lo que sería una tendencia general del desarrollo inmobiliario habitacional en el Estado. Existe una política de desarrollo de vivienda masiva para cubrir las necesidades de una creciente población, y es la vivienda de tipo "mínima" la que ha resultado exitosa, al menos por los costos de adquisición. Los porcentajes obedecen por lo tanto a esta tendencia de mercado.

Para evaluar el grado de adecuación al clima, se analizaron aspectos tales como su orientación, control de la radiación solar, ventilación, envolvente, altura y distribución interior, diseño de áreas exteriores y uso de sistemas especiales de ahorro de energía.

Del análisis general de los aspectos mencionados, se concluye que las consideraciones de adecuación al clima se cumplen sólo parcialmente, en un reducido número de aspectos o estrategias aplicadas. La aplicación de estas estrategias se puede mejorar, contribuyendo así a mejorar las condiciones térmicas en el interior de las viviendas y contribuyendo al ahorro de energía destinada a climatización.

ABSTRACT

In this work, a study about constructed dwellings in Hermosillo city, in hot dry climate, has been carried out. According to the information provided by the Sonoran Dwellings Institute (INVES), 20,000 dwellings have been constructed and offered to sell in 2010.

Several dwelling models have been analyzed, which correspond to 21% of the dwellings offered in the city.

According to their typology and costs, 71% of them, corresponding to the "minimal" dwelling, are the most demanding house models, which have a constructed area between 32 and 45 m². The individual percentages of the demanding models in the sample can represent a general tendency of the real state market development in Sonora. There are federal programs which promote massive housing developments, in order to cover the increasing population demand. This type of dwellings is the most successful, because of its low price. The demand of the different dwelling types in the sample obeys to general market tendencies.

In order to evaluate their adaptation to the local climate, several aspects have been analyzed, such as orientation, solar radiation control, ventilation control, envelop, indoor high, house layout, outdoor microclimatic design, and use of special devices for energy and water savings.

From the analysis of the above mentioned aspects, we conclude that climate considerations in dwellings design are applied only in some aspects. It is possible to improve these kinds of strategies, contributing to improve indoors thermal comfort conditions and to save energy used for acclimatization.

Palabras claves: Sistemas pasivos, clima cálido-seco, vivienda.

INTRODUCCIÓN

México tiene una variedad de climas, de los cuales más del 70% corresponde a climas cálidos (INEGI, 2005). Por ello, en la mayoría del territorio nacional, los espacios construidos necesitan integrar tecnologías de acondicionamiento ambiental.

Lo anterior se refleja en el Balance Nacional de Energía (SENER, 2006), que indica que del total de la energía consumida en México, casi el 20% corresponde a edificios del sector residencial o comercial. De esa energía, el 89% se produjo a partir de la quema de hidrocarburos, con el consecuente aporte de gases de invernadero y contaminación ambiental.

Dentro de las tecnologías de acondicionamiento ambiental se encuentran los denominados sistemas pasivos, que requieren nula o muy poca energía para acercar las condiciones higrotérmicas del

interior de una edificación a las condiciones de confort. Estos disminuyen o eliminan el uso de sistemas convencionales, logrando un ahorro importante de energía para climatización.

El presente trabajo se desarrolló en el marco de una red conformada por seis grupos de investigación: Transferencia de Energía y Masa del Centro de Investigación en Energía de la Universidad Nacional Autónoma de México (CIE-UNAM), Programa de Arquitectura, Departamento de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Sonora (UNISON), Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (FADU-UAT), Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Colima (UCOL), Ingeniería Mecánica del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET) y Arquitectura Bioclimática de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco (LAB-UAM). Esta red se formó respondiendo a la convocatoria del Fondo Sectorial “CONACYT-SECRETARÍA DE ENERGÍA-SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA”.

Como parte de este proyecto, se analizaron viviendas ofertadas en cinco zonas de México de clima cálido y templado. Se seleccionaron modelos de vivienda representativos de cada zona y se llevó a cabo una investigación de campo sobre la aplicación de sistemas pasivos en las viviendas. La intención es describir las características de los sistemas pasivos más usados en estas zonas y estimar el porcentaje de uso de los diferentes sistemas pasivos.

En el presente trabajo se mostrará la investigación efectuada en la ciudad de Hermosillo, de clima cálido seco, misma que ya fue reportada al Fondo de Sustentabilidad Energética dentro del Informe de la Etapa 1 del proyecto (Huelsz et al 2011a). Los resultados globales de las cinco zonas estudiadas son reportados en otro trabajo (Huelsz et al 2011b).

ZONA ESTUDIADA Y VIVIENDAS CONSTRUIDAS ACTUALMENTE

La zona estudiada en este trabajo es la ciudad de Hermosillo, localizada entre los 28° 30' y 29° 30' de latitud Norte, y entre los 111° y 112° de longitud Oeste. Presenta clima cálido-seco. La época más cálida es en los meses de Junio, Julio y Agosto con temperatura máxima promedio de 39°C y mínima promedio de 25°C y humedad relativa promedio de 40%. La época más fría corresponde a los meses de Diciembre, Enero y Febrero con temperatura máxima promedio de 24°C y mínima promedio de 9°C y humedad relativa promedio de 50%.

De acuerdo con la información proporcionada por el Instituto de Vivienda del Estado de Sonora (INVES, 2011), se estimó que en la zona durante el año 2010 se construyeron y se ofertan un total de 20,000 viviendas nuevas.

Se realizó el estudio de 25 modelos, correspondientes a 4159 viviendas construidas, que representan el 21% de las viviendas ofertadas en la zona. La elección de los modelos de vivienda estuvo sujeta a la disposición de las empresas desarrolladoras de vivienda a proporcionar información sobre los mismos productos que ofertan. Así como a la disponibilidad de sus ocupantes de permitir que se llevaran a cabo levantamientos e inspecciones.

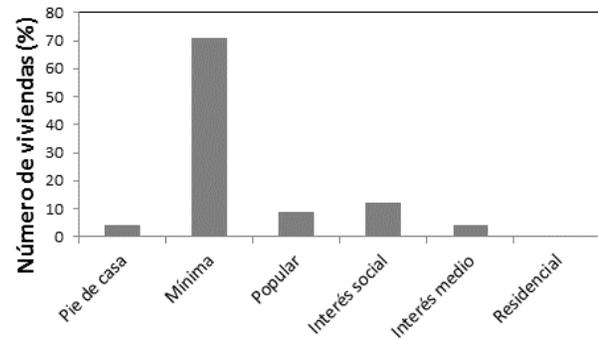


Fig. 1. Porcentaje de viviendas en la zona Hermosillo por tipología.

De acuerdo con su tipología, el 4% son pies de casa ($24 \text{ m}^2 < \text{área} \leq 32 \text{ m}^2$), 71% son vivienda mínima ($32 \text{ m}^2 < \text{área} \leq 45 \text{ m}^2$), 9% son vivienda popular ($45 \text{ m}^2 < \text{área} \leq 60 \text{ m}^2$), 12% son vivienda de interés social ($60 \text{ m}^2 < \text{área} \leq 90 \text{ m}^2$), 4% son vivienda de interés medio ($90 \text{ m}^2 < \text{área} \leq 120 \text{ m}^2$) y ninguna de la muestra es vivienda residencial ($\text{área} > 120 \text{ m}^2$). Los porcentajes anteriores pueden representar lo que sería una tendencia general del desarrollo inmobiliario habitacional en el estado de Sonora (Fig. 1). Existe una política de desarrollo de vivienda masiva para cubrir las necesidades de una creciente población, y es la vivienda de tipo “mínima” la que ha resultado exitosa, al menos por los costos de adquisición. Así, el porcentaje obedece a esta tendencia de mercado.

METODOLOGÍA

Se analizó el nivel de adecuación al clima de las viviendas nuevas en la ciudad de Hermosillo. Para esto, se eligieron una serie de elementos que favorecen la adecuación al clima, basados en las estrategias de diseño para el clima específico de Hermosillo.

Las empresas desarrolladoras locales proporcionaron información sobre los modelos de vivienda ofertados en venta, en total 25. Se dio preferencia para el estudio a aquellos que fuesen repetitivos, de modo que pudiesen ser representativos de la zona estudiada. El acuerdo con los constructores es que se les entregaría, una vez finalizado el estudio, una evaluación de sus propios modelos, además de recomendaciones para mejorar su diseño. Esta información es individual para cada desarrollador.

Se realizó de manera sistemática el levantamiento de la información, que se volcó en fichas técnicas.

Se establecieron criterios de evaluación de las viviendas acordes con el clima, con los que se elaboraron fichas de evaluación. En la mayoría de los rubros la evaluación se calificó según tres categorías: adecuado, suficiente e insuficiente. En el rubro de número de niveles, se usó recomendado y no recomendado.

Una vez evaluados estos aspectos, se analizaron los datos del conjunto de viviendas de la muestra y se interpretó la información.

ELEMENTOS DE ADECUACIÓN AL CLIMA

Se analizó la configuración general de la vivienda así como diferentes elementos integrados a las mismas, para evaluar la posible adecuación climática de las construcciones, como por ejemplo: orientación adecuada para sombreado y ventilación, color exterior de la envolvente, alturas interiores, distribución espacios, nivel de infiltración, pavimentos y sombreado de áreas exteriores, sistemas pasivos adicionales e incorporación de sistemas de ahorro de energía.

Orientación y envolvente

Para esta zona, una vivienda tiene orientación adecuada para el control de la radiación solar si existen dispositivos de control de la incidencia de radiación solar directa en ventanas, que permita bloquearla en verano y permitir su acceso moderado en invierno. Los dispositivos adecuados son los diseñados de acuerdo con la orientación de las diferentes ventanas. Se consideró suficiente si al menos el 50% de las ventanas de la vivienda se encuentran protegidas y propician lo antes mencionado, e insuficiente si ninguno de los espacios tiene las protecciones requeridas. Del total de viviendas analizadas, ninguna presenta orientación adecuada para el control de la radiación solar.

Se considera orientación adecuada para ventilación si la orientación de las aberturas favorece la ventilación cruzada, ya que en climas como el de la ciudad de Hermosillo, las estrategias de climatización pasiva como el enfriamiento nocturno pueden ser efectivas, sólo si se cumple esta condición. Se considera suficiente si la condición de la ventilación cruzada se logra en algunos de los espacios de la casa e insuficiente si en ninguno de los espacios de la vivienda puede generarse ventilación cruzada. Ninguna de las viviendas estudiadas presenta orientación adecuada para ventilación, 66% suficiente y 44% no adecuada.

El 100% de las viviendas estudiadas presenta color de la superficie exterior del techo adecuado, puesto que el color del impermeabilizante utilizado en la zona es blanco brillante, del tipo elastomérico. Con mantenimiento y limpieza se puede mantener aceptablemente su color original.

Se estima que el 14% de las viviendas estudiadas presenta un adecuado color de la superficie exterior de los muros, pues algunos desarrolladores de vivienda incluyen los colores blancos como parte del concepto de imagen de sus viviendas ofertadas, además de que el color blanco es el que corresponde a la pintura de menor costo (en las viviendas más económicas es práctica común). De este modo, el color blanco se considera aceptable por su alta reflectancia a la radiación solar, que es una cualidad primordial para las envolventes en esta zona. En el 86% de los casos el color de los muros se considera suficiente puesto que los colores claros (más que el color blanco) son más aceptados por el público consumidor. En ninguno de los casos resultó no adecuado, ya que en la ciudad son escasos o nulos los ejemplos del uso de colores oscuros en los muros de viviendas (con excepción de las pintadas posteriormente por sus ocupantes).

Interiores

El 26% de las viviendas presenta una altura interior adecuada debido a que supera los requerimientos del Reglamento de Construcción vigente en la ciudad de Hermosillo y a la exigencia de los consumidores ($h > 2.80$ m). En el 66% de los casos es suficiente, ya que se encuentra dentro del rango requerido por el Reglamento ($2.40 \text{ m} \leq h \leq 2.80 \text{ m}$), y en el 8% es insuficiente puesto que no cumple con lo estipulado como mínimo por el reglamento de construcción ($h < 2.40$ m).

Para el clima local, la distribución de los espacios interiores se considera adecuada si la estancia y dormitorios se localizan al Norte o Sur, y la cocina al Norte, así como los espacios de almacenaje y baños al Este u Oeste, ya que esto permite en las orientaciones Sur y Norte tener un control más fácil de la incidencia de radiación solar sobre ventanas y muros, tanto para bloquearla en los meses más cálidos, como para permitir su acceso a través de ventanas y vanos en los meses más templados. En las orientaciones Este y Oeste los espacios de almacén y baños funcionan como amortiguadores en la transferencia de calor hacia espacios contiguos al interior (espacios "tapón"). Además, su uso es discontinuo, como los baños, o bien no son habitables, como los closets, por lo que los requerimientos de confort térmico son menores. Se considera suficiente si algunos de los espacios antes

mencionados se ubican en la orientación requerida, e insuficiente si ninguno de los espacios tiene la orientación que se necesita por su tipo de uso. El 42% tiene una distribución de áreas adecuada, el 35% suficiente y el 23% insuficiente.

Se estima que el 97% de las viviendas estudiadas tienen un porcentaje adecuado de área ocupada respecto del total, de modo que permita tener condiciones propicias de ventilación y sombreado, sin comprometer la captación solar requerida en invierno. En el 3% de los casos es suficiente, ya que las condiciones de ventilación y soleamiento pueden verse afectadas negativamente, y en ninguno de los casos es no adecuado, ya que hay posibilidad de ventilación y soleamiento.

Se recomienda que el número de niveles de la vivienda sea de 2, porque de este modo se aumenta la compacidad, reduciéndose el área de exposición a la radiación solar, además de que la planta baja quedaría protegida de la radiación incidente sobre su cubierta (cabe señalar que la azotea es la parte de la envolvente que recibe mayor radiación solar). El 1% de las viviendas estudiadas cumplen con esta característica, mientras que el 99% no cumplen.

El uso de puertas y ventanas de baja infiltración es lo más adecuado, ya que reduce considerablemente el intercambio de calor con el ambiente. Esto implica que debe haber sellos en los perfiles de cierre de estos sistemas que impidan la transferencia de calor a través de hendiduras, que favorezcan el paso del aire entre exterior e interior. Se considera una infiltración suficiente cuando la infiltración es de un nivel intermedio, ya sea porque no existan sellos o que aún estando cerrados existan infiltraciones. Es considerado como insuficiente cuando la infiltración es alta, es decir cuando los dispositivos son tales que, aún estando cerrados, se puede percibir el movimiento del aire. En ninguno de los casos la condición es adecuada, en el 100% suficiente y en ninguno de los casos es insuficiente.

Áreas exteriores

El análisis de las condiciones térmicas de las áreas exteriores a la vivienda permite evaluar si existe algún tipo de consideraciones microclimáticas en el diseño térmico. Se considera que el piso exterior adyacente a la vivienda, dentro del predio, es adecuado si existen pasto o arbustos sobre toda o parte de las superficies del terreno natural, porque la vegetación reduce la reflexión de la radiación del suelo, así como la emisión de radiación infrarroja producto de la energía solar incidente durante el día. Es suficiente si se tienen pavimentos, concretos y materiales de colores intermedios, e insuficiente si se utilizan colores oscuros. En ninguno de los casos se registró la condición adecuada, en el 49% es suficiente y en el 51% es insuficiente.

Se evalúa como insuficiente la condición del pavimento en calles y andadores en todos los casos (100%), ya que al ser asfalto de colores oscuros permite la absorción de radiación solar durante el día, liberando radiación de onda larga durante la noche.

El uso de vegetación y árboles es adecuado si el follaje de las especies existentes proyecta sombra sobre la azotea o muros, ya que evitaría la elevada ganancia de calor debida a la radiación solar. Se considera suficiente si existe alguna especie vegetal en el predio, e insuficiente si son inexistentes. En ninguna de las viviendas estudiadas condición es adecuada ni suficiente y el 100% es insuficiente.

Sistemas ahorradores de energía

Ninguna de las viviendas evaluadas tiene algún sistema pasivo de climatización adicional.

Sólo el 7% de las viviendas estudiadas se oferta con hipoteca verde del INFONAVIT. Ninguna de las viviendas tiene publicidad que corresponda con características térmicas de la vivienda, todas

presentan publicidad que sólo corresponde parcialmente con este aspecto (se menciona las hipotecas verdes de INFONAVIT).

En este grupo de viviendas, se ofrece algún tipo de sistema ahorrador de energía o agua, como regadera ahorradora, obturador en regadera, en llaves de jardín, en lavadero, en lavamanos y en tarja, regaderas ahorradoras, tanque del WC con capacidad de 5 litros y lámparas ahorradoras.

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

Analizando el conjunto de los aspectos antes mencionados, hemos agrupado los considerados como adecuados, suficientes e insuficientes. En la Fig. 2 presentamos los porcentajes de cada rubro que calificaron como adecuados.

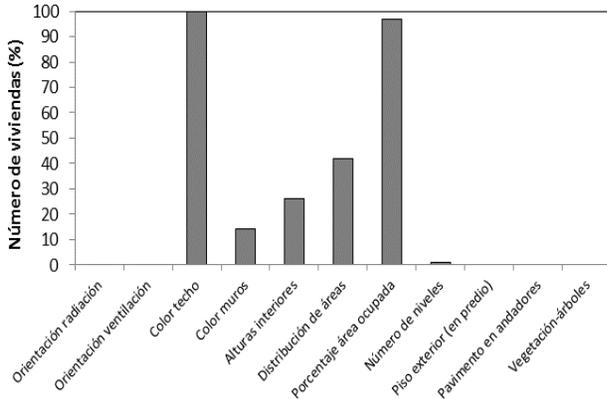


Fig. 2. Porcentaje de viviendas en la zona Hermosillo con evaluación "adecuado" en cada rubro.

Se observa (Fig. 2) que los rubros calificados como adecuados son los del color del techo y el porcentaje de área ocupada.

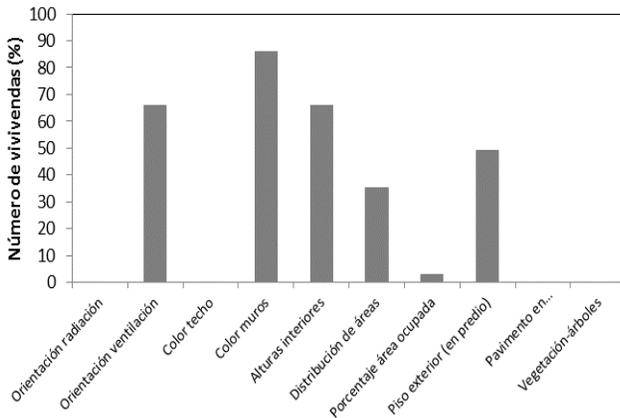


Fig. 3. Porcentaje de viviendas en la zona Hermosillo con evaluación "suficiente" en cada rubro.

Los rubros considerados como suficientes (Fig. 3) son la orientación que favorece la ventilación, el color en los muros y las alturas interiores (en más del 50% de los casos).

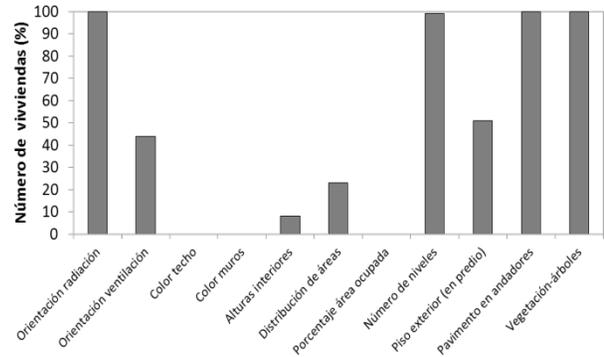


Fig. 4. Porcentaje de viviendas en la zona Hermosillo con evaluación "insuficiente" en cada rubro.

Mientras que los rubros con evaluación insuficiente (o no recomendado) son la orientación que favorezca el control de la radiación (parámetro muy importante en este clima), número de niveles, pavimento en andadores y la existencia de vegetación o árboles (ver Fig. 4).

Como puede observarse del análisis general, las consideraciones de adecuación al clima se cumplen sólo parcialmente, en un reducido número de aspectos o estrategias aplicadas. Algunos de los rubros evaluados están contemplados en el Reglamento de Construcción, pero la mayoría no lo está. Sin embargo, todos en conjunto son necesarios y convenientes para un diseño arquitectónico adaptado al clima.

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación muestran la deficiente adaptación al clima por medios pasivos de las viviendas ofertadas en venta en Hermosillo en el 2010. Esto implica que hay mucho por mejorar en cuanto al diseño pasivo de las viviendas comercializadas por los desarrolladores, para poder mejorar las condiciones térmicas en el interior de las viviendas y contribuir al ahorro de energía destinada a climatización.

En cuanto a la calidad en general de las viviendas que se están construyendo, éste es un tema complejo en el que intervienen diferentes factores. Uno de los que se podría mencionar es el Reglamento de Construcción local, desactualizado y con requerimientos mínimos o inexistentes para generar condiciones aceptables de habitabilidad en los interiores, así como de procurar un consumo energético responsable. La NTC4E (Norma Técnica Complementaria para la eficiencia Energética de la Envolvente de los Edificios) para el Reglamento de Construcción del Municipio de Hermosillo, que es la adaptación regional de la NOM-008-2001-ENER y que abarca inmuebles habitacionales y no habitacionales, no se ha implementado ya que se encuentra en "consulta pública" desde el 2006.

Por otro lado, las limitaciones económicas actuales en cuanto a los cajones de crédito de INFONAVIT, restringe (aunque no imposibilita) las opciones de una mejor oferta de calidad en la vivienda. Habría que destacar que, debido a las características climáticas de las zonas de clima cálido seco y cálido húmedo, las viviendas requieren de un mejor equipamiento y sistemas de construcción adecuados, que aún cuando el diseño arquitectónico se mejore, las viviendas tendrán un costo mayor que las del resto de la República Mexicana, por lo que sería necesario adecuar el cajón de crédito gubernamental, ya que actualmente es el mismo para todo el país.

Teniendo en cuenta que la vivienda económica que se adquiere por estos medios de financiamiento es la mayor parte de la que se construye y habita, una solución a esta problemática impactaría

significativamente en el consumo de energía eléctrica, con beneficios de ahorro para los usuarios y ventajas para los gobiernos municipal y estatal, al disminuir los picos de demanda de energía eléctrica.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue patrocinada por el Fondo de Sustentabilidad Energética CONACYT-SENER S0019-2009-01 proyecto 118665.

Se agradece a un considerable número de empresas constructoras de vivienda de Hermosillo y de la región por su valiosa colaboración en permitir a los investigadores evaluar las viviendas que están ofertando. De común acuerdo, no se revela la identidad de las mismas.

Se agradece a las estudiantes Annel Ramos Salazar y Norma Naves Esquer por su colaboración en este trabajo.

REFERENCIAS

INEGI (2005). Distribución porcentual del clima según clasificación para cada entidad federativa.

<http://www.inegi.org.mx/Default.aspx>

SENER, Secretaría de Energía (2006). Balance Nacional de Energía 2006.

http://www.sener.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/pub/Balance%20Nacional%20de%20Energia%202006.pdf

Instituto de Vivienda del Estado de Sonora INVES (2011). Comunicación telefónica con la oficina del Lic. Jesús Alfonso López López, el 10 de enero del 2011.

Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora (1987, modificado en 1988 y 2003). Reglamento de Construcción para el Municipio de Hermosillo.

<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Publicaciones/CDs2009/CDDer echoMunicipal/pdf/3REGHE.pdf>

Huelsz G, Ochoa JM, Roux RS, Gómez A, Simá E, Figueroa A, Rojas J, Barrios G, Tovar R, Cortés H, Marincic I, Alpuche G, Duarte EA, Elías PD, García V, Espuna A, Gómez G, Alcántara A, Álvarez GS, Fuentes V, Valerdi H, Castorena GM, García R, Lira-Oliver A, Rodríguez S, Salas M, Castillo A, Muñoz JJ, Ramírez CA, Juárez SN, Ramos A, Naves N, Vargas LA, González I, Barrera IG, Galván J, Márquez A, Esparza C, Fugarolas X, González M, Jiménez R, Tovar EI, Torres E, Morales Y, Olivares MG y Campos A, 2011b. Proyecto 118665: Desarrollo y validación de una metodología para estimar los impactos en el ahorro de energía por el uso de sistemas pasivo-constructivos en la edificación para diferentes climas de México. Informe parcial 1: ETAPA 1 Uso de sistemas pasivos. Presentado en febrero de 2011 al Fondo Sectorial de Sustentabilidad Energética, SENER-CONACYT.

Huelsz G, Ochoa JM, Elías-López P, Gómez A y Figueroa A, 2011. Uso de sistemas pasivos de climatización en cinco zonas de la República Mexicana XXXV Semana Nacional de Energía Solar 2011a, Chihuahua, Chih., CTSNES_101.