

## USO DE SISTEMAS PASIVOS DE CLIMATIZACIÓN EN EL ÁREA NORTE DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

**Aníbal Figueroa, Víctor Fuentes Freixanet, Gloria María Castorena Espinosa, Roberto García-Chávez, Héctor Valerdi Madrigal, Edwin Israel Tovar Jiménez, Evelin Torres Santos, Yazmín Morales Alcántara, Magaly Guadalupe Olivares Rubio y Andrea Campos López**  
Laboratorio de Arquitectura Bioclimática, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco. Av. San Pablo 180, Col. Reynosa, México D.F., 02200, México. Tel 5318-9170 y 5318-9187. Contacto: fca@correo.azc.uam.mx

### RESUMEN

En este trabajo se reporta el uso y características de sistemas pasivos de climatización utilizados en viviendas nuevas con superficie igual o menor a los 60 metros cuadrados que se están ofertando en el Área Metropolitana de la Ciudad de México, siendo patrocinada por el Fondo de Sustentabilidad Energética Conacyt-SENER S0019-2009-01 proyecto 118665.

Para el estudio se consideraron veinticinco prototipos diferentes tanto de vivienda unifamiliar como departamentos en condominio construidos por las principales promotoras de vivienda de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, que representan una muestra de 10,800 viviendas ofertadas en este año con esos prototipos. Encontramos que de manera general, los conjuntos horizontales de vivienda unifamiliar masiva se construyen en la zona conurbada del Estado de México, y dentro del Distrito Federal. La tendencia es el desarrollo de conjuntos de departamentos.

De acuerdo con la información proporcionada por la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción se estimó que en la zona durante los años de 2010 y 2011 se están construyendo un total de más de 100,000 viviendas.

### ABSTRACT

This document reports on the use and characteristics of passive acclimatization systems use on new housing units of 60 meters or less offered in Mexico City's Metropolitan Area (MCMA), financed by Fondo de Sustentabilidad Energética Conacyt-SENER S0019-2009-01 project 118665.

For this study there were considered twenty five different prototypes of single housing and condominiums. They are currently build by the main developing firms in MCMA and represent a sample of 10,800 housing units being actually offered this year. In general terms we found that massive horizontal sigle dwellings are build in the conurbated area of the State of Mexico, while in the Distrito Federal the tendency is towards apartment buildings.

Acording to the information supplied by the Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), it is estimated that in 2010 and 2011 more tan 100,000 housing units will be build in the study area.

Keywords: new housing units, Mexico City Metropolitan Area, passive acclimatization systems.

### AREA DE ESTUDIO

Zona Norte del Área Metropolitana de la Ciudad de México, que incluye las delegaciones políticas del Distrito Federal y los municipios conurbados del Estado de México entre los que se encuentran entre otros Cuautitlan Izcalli, Chalco, Zumpango y Hehuetoca.

La zona está localizada en latitud norte entre los 19°14' y 19° 47', y longitud oeste entre los 98°48' y 99°20'. Presenta clima Templado tipo Cb(w1)w(i)g de acuerdo a Köppen-García. La época más caliente se presenta en los meses de primavera, abril y mayo, el primero con una temperatura máxima promedio de 26.6°C y mínima promedio de 10.8°C y humedad relativa promedio de 47%. La época más fría corresponde a los meses de invierno, diciembre y enero este último con temperatura máxima promedio de 21.2°C y mínima promedio de 5.8°C y humedad relativa promedio de 55%.

### LA OFERTA DE VIVIENDA EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Se realizó el estudio de 25 modelos de viviendas, que representan el 27% de las viviendas ofertadas en la zona (39,494 créditos formalizados y autorizados hasta julio de 2010. Fuente: INFONAVIT, 2010). Es importante señalar que la oferta total de vivienda se concentra en 4 compañías que desarrollan aproximadamente el 80% de la vivienda construida en la zona. Los prototipos de estas viviendas en su mayoría son idénticos a algunos de los 25 casos analizados. Sin embargo, para efectos del estudio solo se han contabilizado aquellos en los que se contaba con la información de conjunto y que están actualmente en el mercado. En la mayoría de los casos, estos conjuntos constituyen una etapa de un desarrollo mucho más grande, llegando algunos planes maestros a incluir en un solo desarrollo desde 20,000 hasta 40,000 viviendas similares a las analizadas. También es importante notar que estos desarrollos no tienen una periodicidad anual y que su programación está en función de la demanda y venta de vivienda. La meta nacional para vivienda de Infonavit en 2010 es de 465,000 viviendas de las cuales 65,705 (14.1%) se han programado para el Distrito Federal y el Estado de México. En Julio de 2010 la oferta disponible era de 18,151 viviendas. (Fuente Infonavit, 2010).

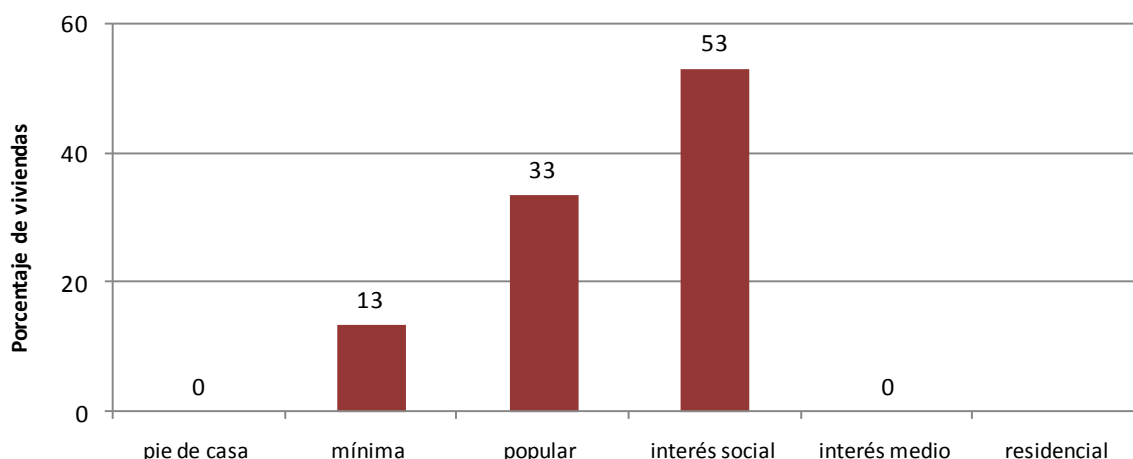


Figura 1 Porcentaje de viviendas de la muestra en la zona norte de la ZMUV, por tipología

### TIPOLOGÍA DE LA MUESTRA

En relación al muestreo, de acuerdo con su tipología el 0% son pies de casa ( $24 < m^2 \leq 32$ ), 13% son vivienda mínima ( $32 < m^2 \leq 45$ ), 33% son vivienda popular ( $45 < m^2 \leq 60$ ), 53% son vivienda de interés social ( $60 < m^2 \leq 90$ ), 0% son vivienda de interés medio ( $90 < m^2 \leq 120$ ) y 0% son vivienda residencial ( $m^2 > 120$ ). El estudio se ha concentrado en desarrolladoras de vivienda masiva unifamiliar o multifamiliar de alta densidad, que emplean financiamiento por medio de Infonavit, ya que estos constituyen la mayor oferta en la zona. Sin embargo, existen numerosos desarrollos medios y residenciales en la zona central, sur y poniente del Área Metropolitana de la Ciudad de México. Estos desarrollos emplean mayoritariamente modelos de apartamentos en vivienda vertical desde 4 hasta 30 niveles.

### CRITERIOS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS SISTEMAS PASIVOS EN EL ÁREA NORTE DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

De manera inicial, se establecieron criterios de evaluación bioclimática de once rubros: orientación para el control de la radiación solar, orientación para la ventilación, color de la superficie exterior del techo, color de la superficie exterior de los muros, altura interior, distribución de áreas, porcentaje de área ocupada, número de niveles, piso exterior en el predio, pavimento o material en andadores, uso de vegetación y árboles.

Para cada modelo, se calificó el rubro en como adecuado, suficiente o insuficiente de acuerdo al clima regional. Además se evaluó si incluían sistemas pasivos de climatización adicionales y sistemas ahorradores de energía y agua.

Como criterios generales se estableció que para la zona norte del área Metropolitana de la Ciudad de México, una vivienda tiene orientación adecuada para el

control de la radiación solar si tiene ventanas al sur, que permitan el ingreso solar directo en invierno. Se considera suficiente si cuenta con 50% del total de las ventanas de la casa dispuestas al sur, para promover la penetración solar; e insuficiente si no tiene ventanas al sur. El 15% de las viviendas estudiadas presenta orientación adecuada para la recepción de la radiación solar al interior, 51% suficiente y 24% insuficiente.

Se considera orientación adecuada para ventilación si tiene incidencia unilateral del este y/o sur, ya que se consigue la renovación del volumen de aire requerido sin promover enfriamiento. Se considera suficiente si la ventilación se da hacia el oeste, que es la segunda frecuencia dominante, e insuficiente si se da al norte. El 14% de las viviendas estudiadas presenta orientación para ventilación adecuada, 11% suficiente y 65% no adecuada.

El 100% de las viviendas estudiadas presenta color de la superficie exterior del techo adecuado, se ha considerado el acabado en terracota, porque es un color que no rechaza la radiación en invierno y no permite un calentamiento excesivo en primavera como el color negro. Con estos criterios, el 0% fue suficiente (verde) y el 0% no adecuado (blanco o negro).

Se estima que el 66% de las viviendas estudiadas presenta color de la superficie exterior de los muros adecuado, es decir medio, ya que admite la radiación de manera moderada para no sobrecalentar los interiores, el 0% suficiente (oscuro) y el 34% no adecuado (blanco).

El 58% de las viviendas presenta una altura interior adecuada (2.4m, porque permite una estratificación moderada de las temperaturas interiores del aire), el 0% suficiente (2.30m) y el 42% insuficiente ( $< 2.3m$  y  $> 2.4m$ ).

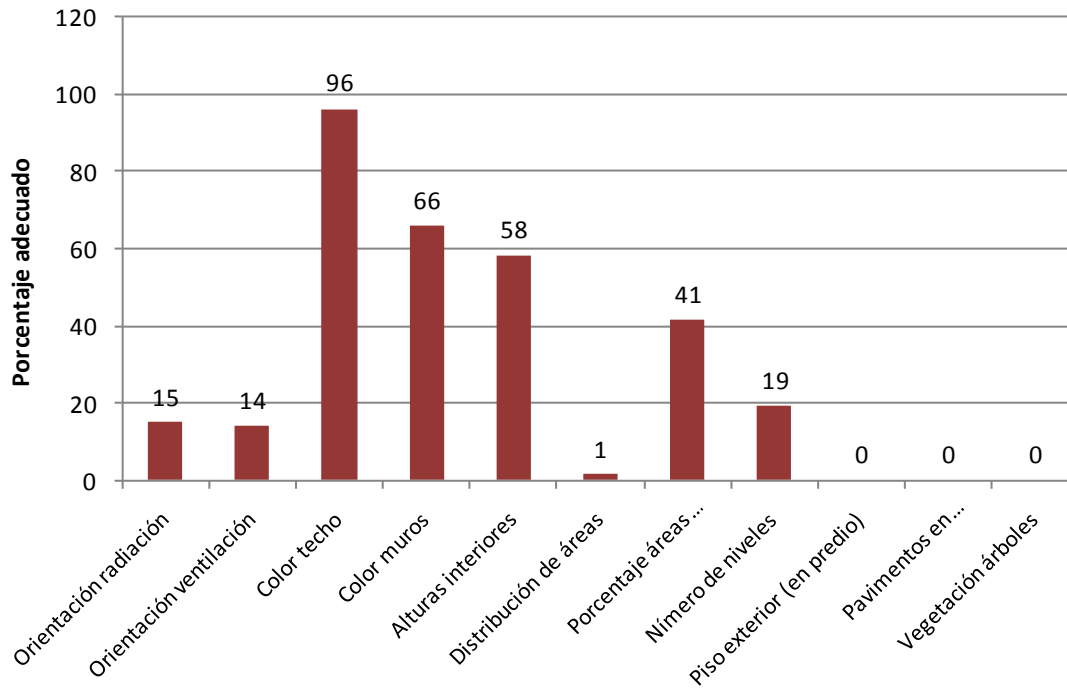


Figura 2. Porcentaje de viviendas de la muestra en la zona norte de la ZMVV, con evaluación *adecuado* por rubro

Para este clima la distribución de áreas se considera adecuada si las recámaras y zonas de estar se ubican al sur, la cocina al norte, los baños y servicios en oriente y poniente, porque de esta manera se promueve el calentamiento de zonas con menor actividad metabólica y de mayor permanencia. Es suficiente si las recámaras se encuentran en oriente o poniente, e insuficiente si las recámaras se encuentran al norte. El 1% tiene distribución de áreas adecuada, el 22% suficiente y el 75% insuficiente.

Se estima que el 41% de las viviendas estudiadas tienen un porcentaje de área ocupada adecuado (<70%), el 19% suficiente (70%) y el 39% no adecuado (>70%).

Se recomienda que el número de niveles de la vivienda sea de dos, al permitir esto que los espacios de uso diurno se resguarden del calor en verano y que los espacios de menor actividad metabólica ganen más calor para la fase nocturna. El 19% de las viviendas estudiadas cumplen esta característica, mientras que el 81% no lo hace.

Se considera que el piso exterior en el predio es adecuado si se conforma por superficies permeables y preferentemente jardinadas, porque evita sobrecalentamiento, se regula la isla de calor y permite infiltración de agua al subsuelo. Es suficiente si tiene concretos y materiales con colores intermedios, e insuficiente cuando presenta materiales impermeables, asfalto y colores oscuros. El 0% corresponde a la condición adecuada, el 100% suficiente y el 0% insuficiente.

Se estima que el 0% de las viviendas tienen pavimento en andadores adecuado (adopastos o adocretos con colores medios, porque evita sobrecalentamiento y permite infiltración de agua al subsuelo), el 100% suficiente

(medios) y el 0% no adecuado (negro).

El uso de vegetación y árboles es adecuado si se da bajo diseño con caducifolios al sur y oeste y perenes al norte, ya que permiten paso de radiación en invierno y crean barrera contra viento del norte. Se considera suficiente si existe arbolado en el conjunto, e insuficiente si no hay árboles. El 0% de las viviendas estudiadas corresponde a la condición adecuada, el 97% es suficiente y el 3% insuficiente.

#### SISTEMAS PASIVOS DE CLIMATIZACIÓN PARA LA ZONA NORTE DE LA ZMCM

El 0% de las viviendas tienen algún sistema pasivo de climatización adicional. Teniendo requerimientos primordialmente de calentamiento en el invierno, solo se encontró aislante en las cubiertas y no se detectó ningún otro sistema de climatización pasiva para este problema, como serían: dobles acristalamientos, invernaderos, muros trombe, pisos radiantes, etc.

Sin embargo el 100% de las viviendas presentan algún tipo de sistema ahorrador de energía o agua. 0% tienen regadera ahorradora, 0% obturador en regadera, 0% llaves ahorradoras, 100% tanque del WC con capacidad menor de 5 litros, 0% lámparas ahorradoras, actualmente se ha vuelto obligatorio la inclusión de aislantes en cubiertas.

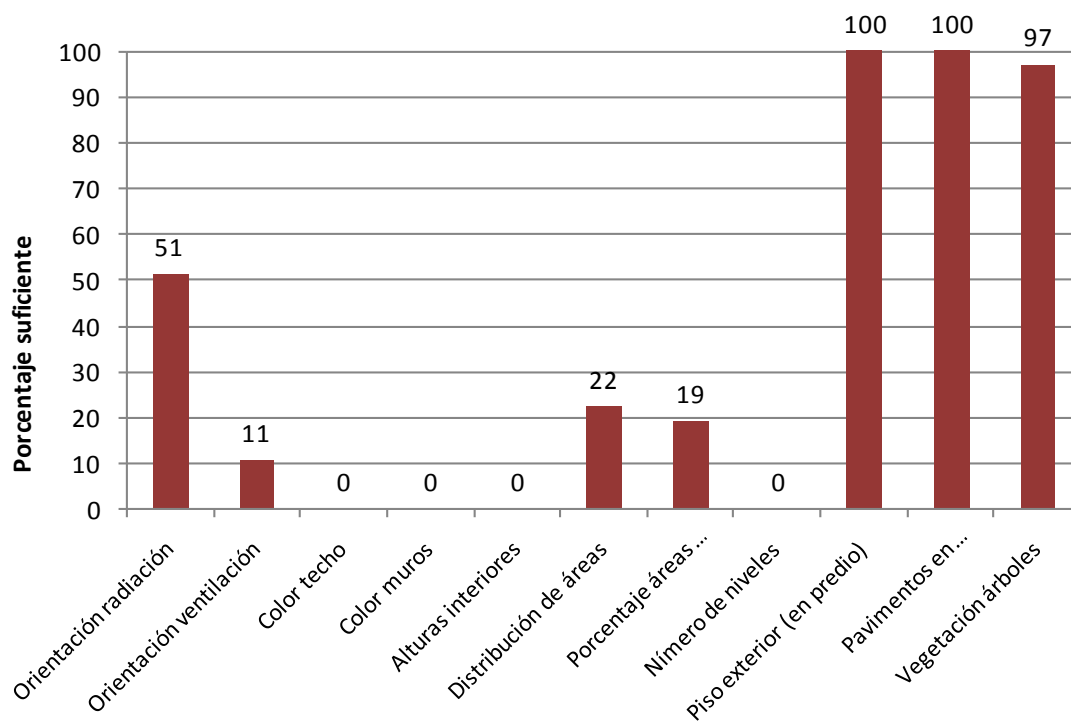


Figura3. Porcentaje de viviendas de la muestra en la zona norte de la ZMVV, con evaluación *suficiente* por rubro

La publicidad del 0% de las viviendas que se estudiaron contiene algún concepto relacionado con ser bioclimáticas, tales como orientaciones, materiales, vegetación, dispositivos de calentamiento o enfriamiento, iluminación natural y artificial de alta eficiencia, ahorro y reciclado de agua etc. El 60% tiene publicidad relacionada que corresponde a las características de la vivienda, el 22% presenta este tipo de publicidad que solo corresponde parcialmente y el 18% tiene publicidad relacionada pero no corresponde a la realidad.

### RESULTADOS INICIALES

En la actualidad los desarrolladores de vivienda que actúan en la Zona Norte del Área Metropolitana de la Ciudad de México no ofertan viviendas por sus características térmicas o de desempeño ambiental. En la totalidad de los conjuntos domina el componente económico de precio contra ubicación, metros de terreno y metros construidos.

Las características climáticas templadas de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México hacen que en términos generales la respuesta de las viviendas sea aceptable, aún cuando existen casos que se desempeñan mal con respecto a sus orientaciones, acabados, terreno, exteriores, etc.

Se ha analizado una muestra significativa de la oferta de vivienda. En términos reales los prototipos analizados representan más del 27% de la vivienda ofertada, ya que esos mismos prototipos se emplean sin ninguna variación en la mayoría de los demás conjuntos.

En términos generales, los productos de las diferentes compañías son muy similares entre sí en áreas y distribución. Las diferencias más importantes se

encuentran en los sistemas constructivos, entre los que dominan dos: concreto o block.

Solamente una compañía se diferencia al integrar en sus conjuntos elementos de servicios y equipamiento

Los resultados iniciales muestran que aún cuando las condiciones climáticas del Área Metropolitana de la Ciudad de México en general son poco demandantes de sistemas de climatización electromecánica, el uso de sistemas pasivos en las viviendas nuevas en la zona norte es deficiente debido a que un porcentaje significativo de las viviendas no cumple con los criterios básicos de respuesta al clima.

### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue patrocinada por el Fondo de Sustentabilidad Energética Conacyt-SENER S0019-2009-01 proyecto 118665. Los autores agradecen a todos los desarrolladores de vivienda que permitieron el levantamiento de información para llevar a cabo esta investigación.

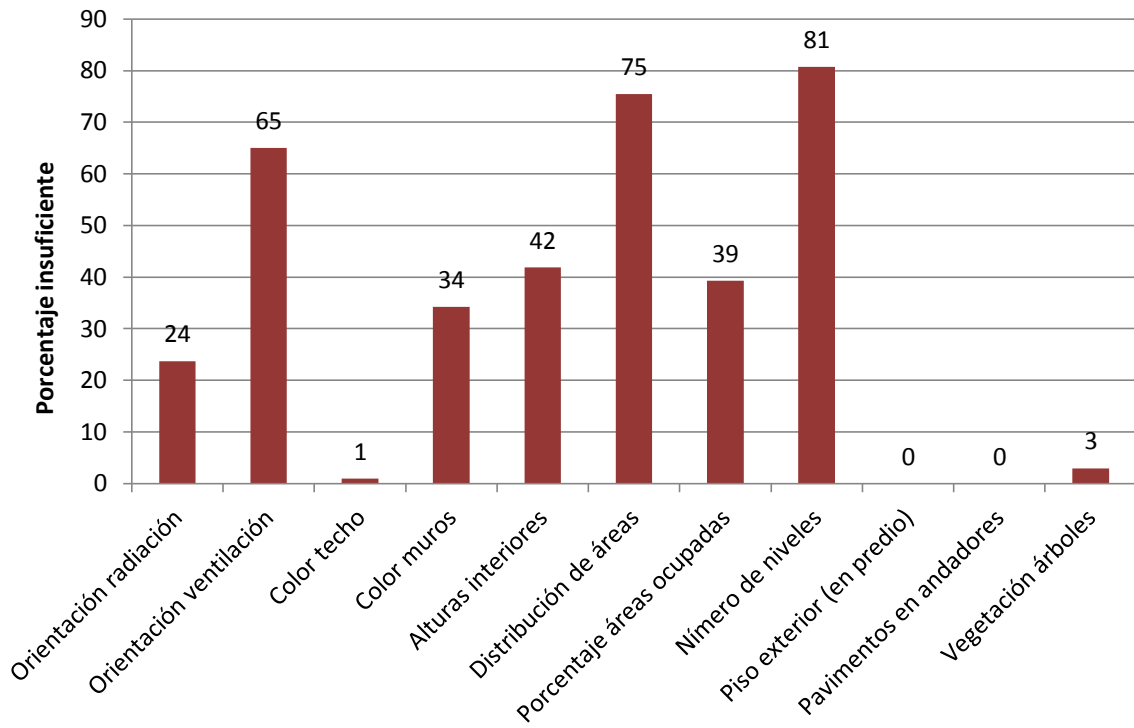


Figura4. Porcentaje de viviendas de la muestra en la zona norte de la ZMVV, con evaluación *insuficiente* por rubro

## REFERENCIAS

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, 2011. 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.