

Monitoreo de Viviendas con Criterios de Ahorro Energético

Delma V. Almada N., M. Sc. Ing.

*Instituto Tecnológico y De Estudios Superiores De Monterrey, Monterrey, NL, México,
dalmada@itesm.mx*

Francisco S. Yeomans R., PhD.

*Instituto Tecnológico y De Estudios Superiores De Monterrey, Monterrey, NL, México,
fyeomans@itesm.mx*

Carlos E. Nungaray Pérez., M. Sc. Ing.

*Instituto Tecnológico y De Estudios Superiores De Monterrey, Monterrey, NL, México,
carlos.nungaray@itesm.mx*

Violeta G. Hernández Córdova M. Sc. Arq.

*Instituto Tecnológico y De Estudios Superiores De Monterrey, Monterrey, NL, México,
Violethc81@hotmail.com*

Resumen

El crecimiento poblacional ha impulsado la construcción de vivienda y provocado un aumento en el consumo de recursos naturales, como el agua, suelo y energía. Los asentamientos en regiones con condiciones climatológicas desfavorables requieren mayor consumo de energía para alcanzar las condiciones de confort, llegando a representar para las familias de bajos recursos un gasto equivalente al pago de la hipoteca de su vivienda. Por otro lado, la imperante necesidad de disminuir el consumo energético ha impulsado a los gobiernos a poner en práctica programas encaminados a lograr este objetivo. Con el propósito de evaluar la eficiencia de un programa implementado por el Fideicomiso para el ahorro de energía (FIDE), El Tec de Monterrey llevó a cabo, con recursos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT y la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda CONAFOVI, un proyecto piloto en la ciudad de Mexicali, Baja California, México. Este artículo reporta los resultados obtenidos de monitorear durante un año la temperatura y humedad al interior y exterior de 10 viviendas en un fraccionamiento de interés social así como la relación al consumo de energía reportado por la Comisión Federal de Electricidad CFE.

Palabras clave: Consumo de energía, Confort térmico, Monitoreo de Temperatura y humedad, Vivienda Social

Abstract

The demographic growth has encouraged and promoted an increase in the consumption of natural resources, such as water, soil, and energy in housing construction. The settlements in regions with unfavorable weather conditions require a consumption to achieve a state of comfort, which could represent, for the poorest families, an expenditure equivalent to the payment of their home mortgages. On the other hand, the need of reducing energy consumption encouraged the government to establish different programs aimed to achieve this objective. With the purpose of evaluating the efficiency of a program implemented by the Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE), the Tec de Monterrey conducted, with resources from the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) and the Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI), a pilot project in the city of Mexicali, Baja California, Mexico. This paper reports the results obtained from monitoring during one year, the humidity and temperature both on the inside and outside of 10 houses in a social interest development, as well as the relationship with the energy consumption reported by the Federal Commission of Electricity, CFE.

Keywords: Energy consumption, Thermal comfort, Temperature and humidity monitoring, Social housing

1. INTRODUCCIÓN

El incremento en el consumo energético en los últimos años ha provocado que los países implementen programas encaminados a reducir este consumo. El gasto de energía eléctrica generado por la vivienda es principalmente ocasionado por el uso de electrodomésticos, iluminación y aparatos de aire acondicionado. En lugares donde las condiciones climatológicas son extremas es necesario enfriar o calentar las viviendas mediante el uso de aparatos de aire acondicionado, generando un alto consumo energético. Actualmente existen en el mercado electrodomésticos y aparatos de aire acondicionado más eficientes, luminarias ahorradoras de energía, celdas solares así como materiales alternos de menor densidad y sistemas constructivos que reducen el gasto de energía.

Existen también elementos pasivos en las propuestas arquitectónicas que toman en cuenta la orientación de las viviendas, uso de aislamiento térmico de techos y muros, aleros, pretiles, ventilación cruzada y chimeneas de calor entre otros, que favorecen el confort y disminuyen el consumo energético. Para llevar a cabo la implementación de algunos de los parámetros antes mencionados en vivienda social, es necesario financiar el costo de los equipos o productos. El Fideicomiso para el ahorro de energía (FIDE) en México (FIDE, 2009), implementó un programa para viviendas de 40 m² proporcionando aislante térmico en losa de azotea, 5 luminarias ahorradoras de energía y 2 aparatos eficientes de aire acondicionado de 1 Tonelada. Con el objetivo de evaluar la eficiencia del programa FIDE en diferentes ciudades del país, el CONACYT en conjunto con la CONAFOVI, asignó al Tecnológico Monterrey Campus Monterrey el desarrollo del proyecto “Monitoreo de Viviendas con Criterios de Ahorro de Energía en el Norte del País.

Este trabajo reporta los resultados del monitoreo de la temperatura a través de dispositivos que guardan la información cada media hora colocados en diferentes puntos de la casa así como la humedad al interior y exterior de la vivienda. Este estudio se realizó durante el lapso de un año (Junio 2006 a Mayo 2007) en el Fraccionamiento Villas Las Lomas ubicado en la ciudad de Mexicali, Baja California México. Inicialmente se seleccionaron 10 viviendas del fraccionamiento de las cuales 9 pertenecían al programa FIDE y una no, ésta última denominada vivienda testigo. Finalmente sólo se evaluaron 8 ya que 2 de ellas abandonaron el estudio por razones personales de sus habitantes.

2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y LOCALIZACIÓN DEL FRACCIONAMIENTO

El Fraccionamiento Villas Las Lomas se encuentra ubicado en el Municipio de Mexicali, Estado de Baja California, pertenece a la región noroeste de México con una altitud de 10 msnm, una latitud de 32° 40' y una longitud de 115° 28' (Yeomans, y otros, 2007). El fraccionamiento posee un total de 2,087 viviendas, de las cuales se seleccionaron por conveniencia 10 para ser evaluadas con base en su ubicación (interior o de esquina), y la orientación de sus fachadas (norte, sur, este, oeste).

Cada una de las viviendas se nombró de acuerdo a su dirección. En la Tabla 1, se presentan las viviendas con su ubicación y orientación correspondientes, así como con una etiqueta que permite ubicarlas. De igual manera se incorporan aspectos como número de habitantes y horas de permanencia diarias de los mismos en cada vivienda. En estos esquemas se incluyen las 2 viviendas que finalmente no se evaluaron (Gilena 841 y Caravia 758).

3. ASPECTOS GENERALES DE LA VIVIENDA TIPO

La vivienda tipo cuenta con muros de bloque de concreto y losa con sistema de viga y bovedilla de poliestireno expandido (Espinal, 2007). La vivienda, con 120 m² de terreno y 38.36 m² de construcción, es considerada de interés social de un solo nivel referenciada como casa independiente con 2 cuartos dormitorios, cocina, estancia y patio de servicio. Las dimensiones de la construcción son: 5.90 m. de frente; 6.50 m. de profundidad y 2.20 m de altura, como se muestra en la Figura 1.

Tabla 1. Localización de las viviendas

LOCALIZACIÓN VIVIENDAS FRACCIONAMIENTO VILLAS LAS LOMAS						
Dispositivos FIDE	Etiqueta	Vivienda	Ubicación	Orientación fachada	Número de habitantes	Horas de permanencia diaria
Con FIDE	1	Caravia 794	Interior	Norte	6	15
	2	Arbón 795	Interior	Sur	4	15
	3	Hoyos 877	Interior	Sur	4	19
	4	Arbón 780	Interior	Norte	4	12
	*5	Gilena 841	Interior	Sur	4	18.8
	6	Torrija 2864	Interior	Este	5	12
	7	Hoyos 873	Interior	Sur	4	19
	8	Gilena 810	Esquina	Norte	2	18
	*9	Caravia 758	Esquina	Norte	2	19
Sin FIDE	10	Javea 864	Interior	Noroeste	4	19

* Viviendas que abandonaron el estudio

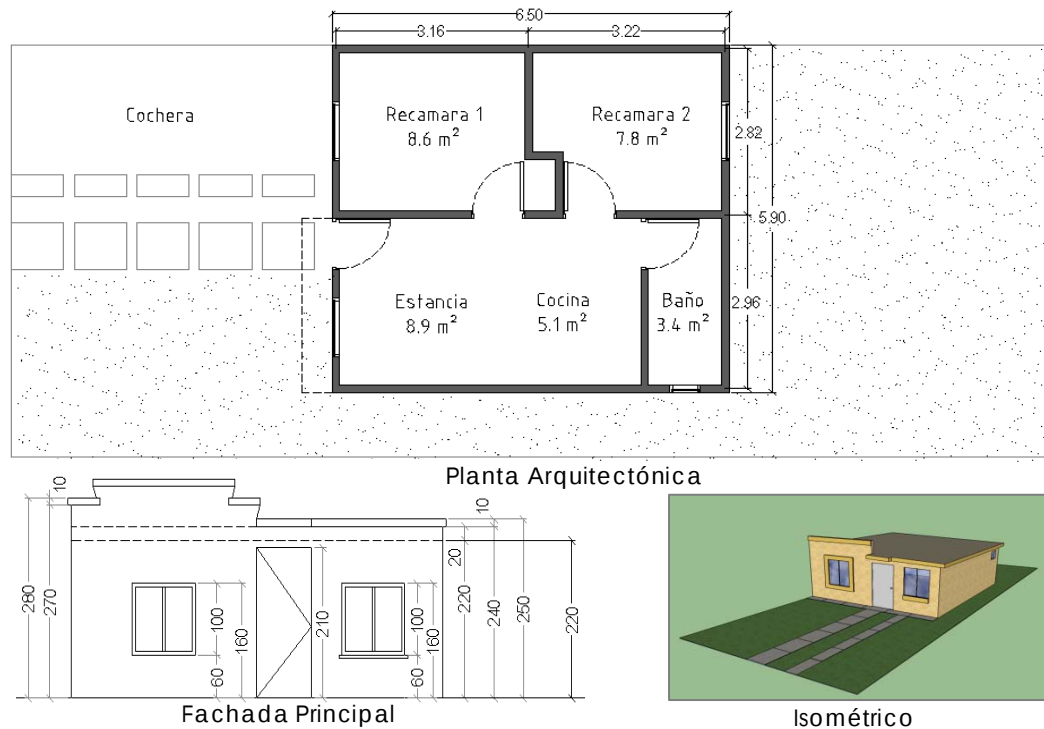


Figura 1. Planta arquitectónica, fachada principal y vista isométrica de la vivienda.

4. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

De los instrumentos indicados en las Figuras 2, 3 y 4, se colocaron en total 10 sensores de temperatura y 2 de humedad en cada una de las viviendas, como puede observarse en la Figura 5. Los sensores de temperatura fueron ubicados sobre el techo interior de cada uno de los espacios, en el centro de la losa al exterior y en algunas

paredes y fachadas (Yeomans, y otros, 2007). Los sensores de humedad fueron ubicados sobre una pared interior y una exterior.

- **Sensor de Temperatura: Logger Kooltrak**

- Dimensión: 17 mm. x 6 mm.
- Precisión de monitoreo: $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Rango de temperatura: $\pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Intervalo de programación: 1 a 255 minutos
- Batería: con duración mayor a 5 años



Figura 2. Sensor Kooltrak.

- **Sensores de Humedad: Pingüino**

- Dimensión: 45 mm. x 60 mm. x 20 mm
- Precisión de monitoreo: $\pm 1.5\%$
- Rango de humedad: de 20% a 80%
- Intervalo de programación: de 1 segundo a 18 horas
- Batería: con duración mayor a 5 años



Figura 3. Sensor Pingüino.

- **Logbox**

- Dimensions: 70 x 60 x 35 mm
- Precisión de monitoreo: $\pm 3\%$
- Rango de humedad: 0 % to 100 %
- Intervalo de programación: de 1 segundo a 18 horas
- Batería: más de 5 años



Figura 4. Sensor Logbox.

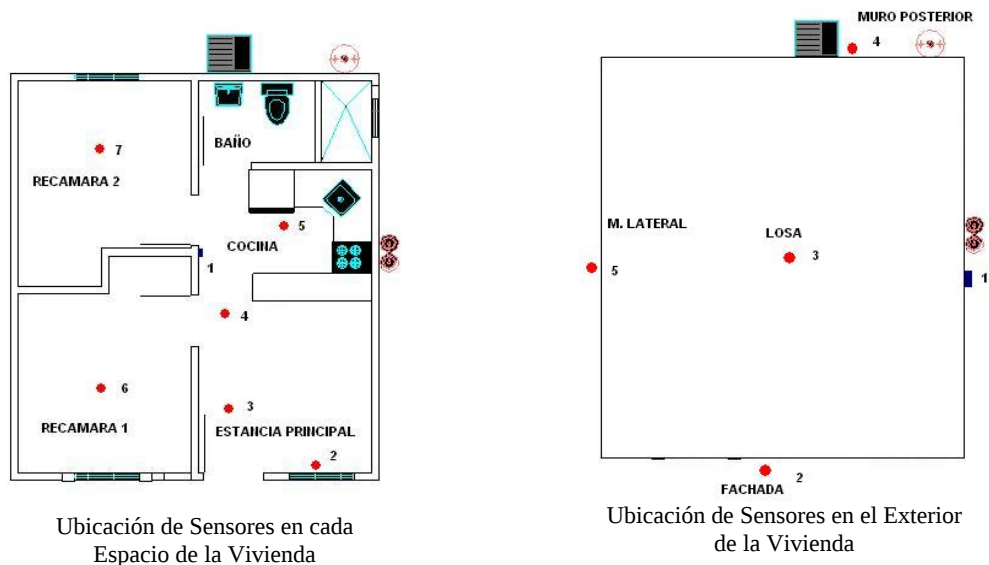


Figura 5. Sensores en vivienda interior.

5. DISPOSITIVOS FIDE EN LAS VIVIENDAS

Las viviendas dentro del programa FIDE cuentan con los dispositivos ahorradores de energía que se indican en la Tabla 2.

Tabla 2. Dispositivos FIDE en las viviendas

DISPOSITIVOS FIDE EN LAS VIVIENDAS					
Dispositivo fide	Descripción	Cantidad por vivienda	Unidad	Capacidad por unidad	Ubicación
Luminaria interior	De sobreponer, con lámpara circular T-5, balastro electrónico, con sello FIDE	4	Unidad	26 watts	Estancia, Cocina, Recámara 1, Recámara 2.
Arbotante exterior	Con lámpara fluorescente compacta, con sello FIDE	1	Unidad	13 watts	Fachada
Aire acondicionado	Tipo ventana, con sello FIDE	2	Unidad	1 ton. de refrigeración	Estancia, Recámara 2.
Aislante térmico	Poliestireno expandido	34.48	m ²	-	Losa

6. COMPARATIVA DE RESULTADOS DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y CONSUMO DE ENERGÍA

Esta comparativa se realizó entre todas las viviendas del estudio primero considerando las variables ambientales como son: temperaturas interiores y exteriores, humedades interiores y exteriores y la relación entre ambas variables para determinar los niveles de confort tomando como referencia el Modelo de Zona de Confort definido por Olgyay (1998) quien la define entre los 21.1 C° y los 27.5 C° de temperatura y entre 30% y 65% de humedad relativa (González, 1986). Posteriormente se analizó los diferentes consumos energéticos para con base en estos parámetros, poder establecer si existen beneficios reales con la incorporación de dispositivos FIDE a las viviendas. Finalmente se estableció la relación entre el ambiente interior de las viviendas y el consumo energético.

6.1 VARIABLES AMBIENTALES

6.1.1 TEMPERATURA PROMEDIO INTERIOR GENERAL DE LAS VIVIENDAS

Como se puede observar en la Figura 6, todas las viviendas tuvieron un comportamiento similar a lo largo de todo el año, con temperaturas altas en verano (abril – septiembre) y que descienden en invierno (octubre - marzo). Torrija 2864 fue la vivienda con mayor temperatura alcanzando los 34.5 °C en junio, 36.6 °C en julio y 35.2 °C en agosto (oscilación = mínima 28.5 °C – máxima 39.7 °C). Esta es la única vivienda que posee su fachada principal hacia el Este, orientación donde inicia el recorrido solar diario provocando que la vivienda reciba los rayos del sol directamente.

La siguiente vivienda que obtuvo temperaturas altas fue Hoyos 873 con 33.3 °C (9.90 % menos que la vivienda Torrija 2864) para el mes de julio y 32.8 °C (7.31 % menos que la vivienda Torrija 2864) para agosto. Con respecto a las temperatura más bajas, Torrija 2864 y Javea 864 obtuvieron la menor temperatura con 15.9 °C respectivamente (oscilación = mínima 11.0 °C – máxima 21.5°C) para el mes de Enero. Las temperaturas dentro del rango de confort (21.1 °C – 27.5 °C) se obtuvieron en los meses de marzo, abril, octubre y noviembre, esto de manera similar en todas las viviendas analizadas.

6.1.2 TEMPERATURA PROMEDIO EXTERIOR DE LAS VIVIENDAS

La temperatura promedio exterior de todas las viviendas presentó el mismo comportamiento a lo largo del año de estudio. Esto se puede observar en la Figura 7, donde se corrobora que los registros fueron similares, con un leve incremento en la vivienda Arbón 795, la cual obtuvo las temperaturas más altas en los meses de junio, julio y agosto con 40.9 °C, 42.4°C y 40.6°C respectivamente (la máxima temperatura se alcanzó los días 9 y 21 de julio a las 14:30 horas con 70.5 °C).

En estos mismos meses, el resto de viviendas obtuvo temperaturas que oscilaban entre los 32.4 °C y 37.7 °C. Con respecto a las temperaturas exteriores más bajas, Arbón 795 arrojó registros de 12.6 °C y 13.2 °C en los meses de enero y diciembre respectivamente (la mínima temperatura se alcanzó el día 14 de enero, de las 6:00 a las 8:00 horas con -10 °C). De igual manera, Hoyos 877 y Javea 864 obtuvieron temperaturas bajas, con 13.8 °C y 13.9 °C respectivamente para el mes de enero.

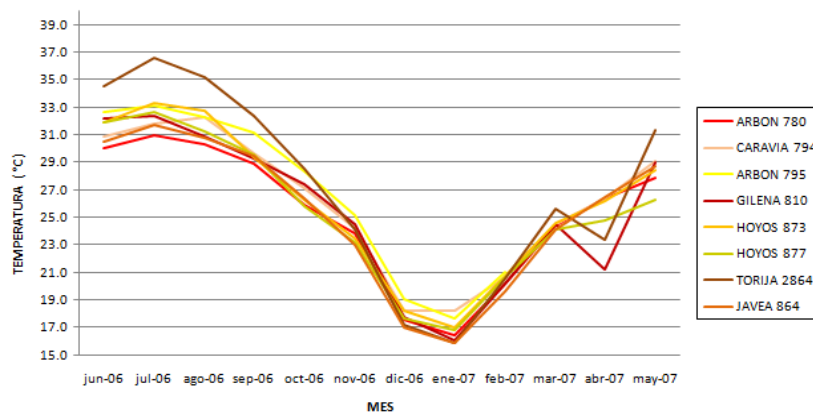


Figura 6. Temperatura promedio interior general de todas las viviendas

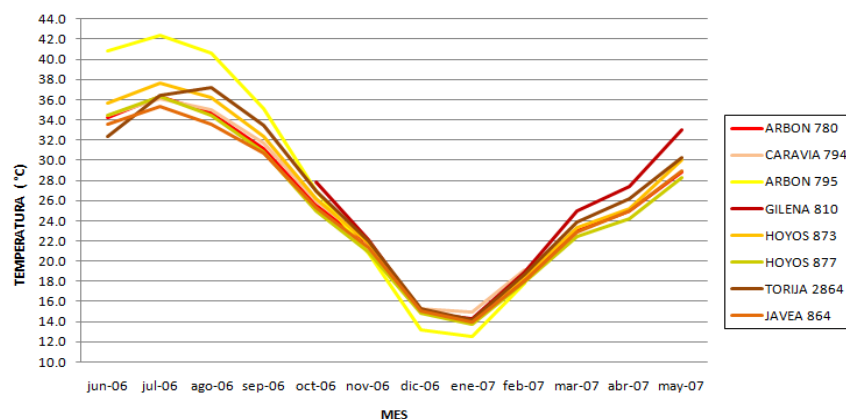


Figura 7. Temperatura promedio exterior general de todas las viviendas

6.1.3 HUMEDAD PROMEDIO INTERIOR DE LAS VIVIENDAS

En la Figura 8 se puede observar que la vivienda en donde hubo una mayor humedad fue la Arbón 780 con 72.4 % de promedio para el mes de enero, 68.4 % para diciembre y 67.4% para febrero. Así mismo, Hoyos 873 registró una humedad de 60.3 % en febrero. Los mayores registros de ésta variable climatológica se dieron en meses que pertenecen a la época de invierno. Con respecto a las menores humedades, éstas las obtuvo la vivienda

Arbón 795 con 23.8 % de promedio para junio (la mínima humedad se alcanzó el día 17 de junio a las 17:00 horas con 5.1 %). Torrija 2864 es la siguiente vivienda que obtuvo registros bajos, con 27.9 % para el mes de julio En la mayoría de meses, todas las viviendas arrojaron humedades dentro del rango de confort característico para esta variable (30 % - 65 %).

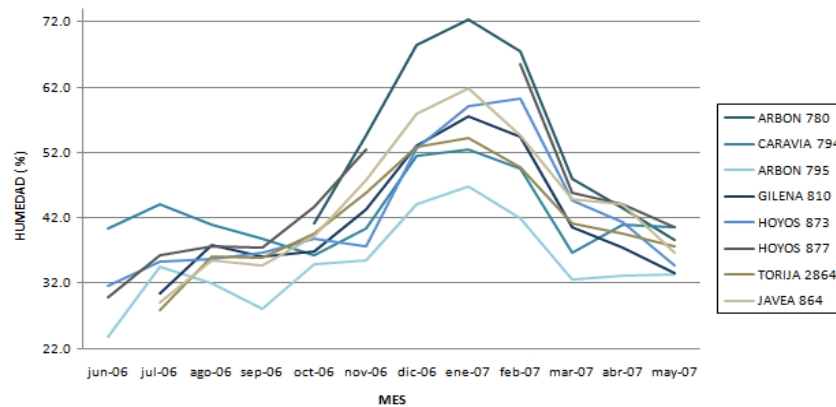


Figura 8. Humedad promedio interior general de todas las viviendas.

6.1.4 HUMEDAD PROMEDIO EXTERIOR DE LAS VIVIENDAS

La comparativa de humedad exterior entre las viviendas solamente se realizará con los meses de octubre a mayo ya que del resto del período anual no se poseen datos por fallas en los sensores. De esta manera, en la Figura 9 se observa que la vivienda que obtuvo un mayor porcentaje en esta variable fue Javea 864 con 37.0 % de promedio en febrero (la máxima humedad se alcanzó el día 11 de febrero a las 6:41 horas con 71.4 %). Así mismo, Gilena 810 obtuvo altas humedades con 35.6 % en febrero (época de invierno), un 3.78 % menos de humedad que Javea 864. Las humedades más bajas las obtuvo Torrija 2864 con 25.10 % de promedio para el mes de marzo febrero (la mínima humedad se alcanzó el día 4 de marzo a las 13:00 horas con 6.4 %) y Gilena 810 con 25.6 % para el mes de mayo, en ambos casos meses pertenecientes a la época de verano.

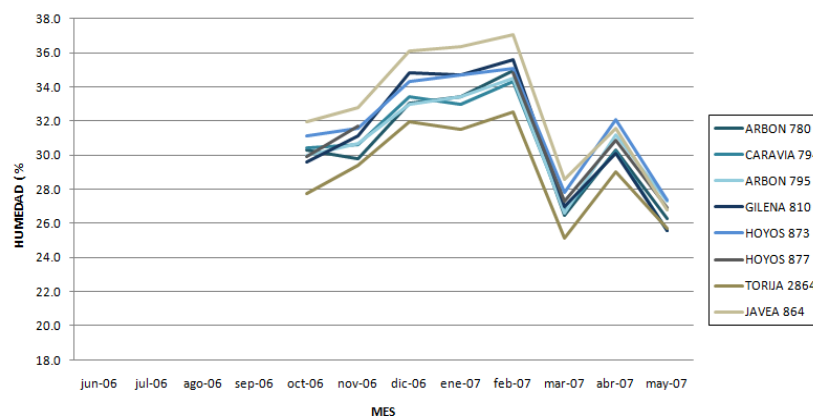


Figura 9. Humedad promedio exterior general de todas las viviendas.

6.1.5 RELACIÓN TEMPERATURA, HUMEDAD Y CONFORT DE LAS VIVIENDAS

El confort se mide en relación a los datos de temperatura y humedad que se encuentran dentro de los rangos de confort característicos de cada una de las variables, es decir de 21.3 °C a 27.5 °C para temperatura y de 30% a 65% para humedad relativa. Para el presente estudio, se determinó las horas de confort anuales de cada vivienda relacionando los registros horarios de temperatura y humedad obtenidos a través de los sensores durante el año en estudio. En la Figura 10 se observa que las sumatorias de horas de confort son mayores para los meses de transición entre las épocas de verano e invierno (octubre, noviembre, marzo y abril). En la Figura 11 donde se presenta la cantidad de horas de confort anual en cada una de las viviendas. La vivienda Caravia 794 obtuvo el mejor desempeño en confort con 3,779 horas que representan el 43.14% del total de horas del año. Así mismo, Hoyos 877 y Gilena 810 fueron viviendas con altas cuantificaciones registrando 3,443 (39.30 %) y 3,305 (37.73 %) horas respectivamente. Caso contrario, las viviendas que obtuvieron menores cantidades de horas confortables fueron Arbón 795 con 2,213 horas (25.26 %) y Torrija 2864 con 2,229 horas (25.45 %). Es importante destacar que una las viviendas con menores horas de confort (Torrija 2864) es justamente aquella que aparece como vivienda con registros extremos en las variables climatológicas (temperatura y humedad) analizadas previamente.



Figura 10. Cantidad de horas de confort mensual de las viviendas.

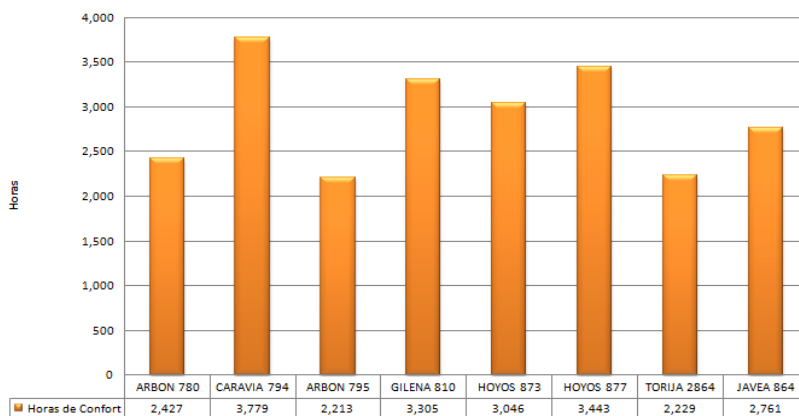


Figura 11. Cantidad horas de confort anual de las viviendas.

6.2 CONSUMO DE ENERGÍA

El mayor consumo de energía eléctrica a lo largo del año de estudio se da en verano (abril – septiembre) como puede observarse en la Figura 12, el incremento de kwh consumidos es mucho mayor que en invierno (octubre – marzo). Dado que el uso del equipamiento eléctrico de la vivienda es el mismo todo el año, excepto por los

equipos de aire acondicionado, el incremento en el consumo es consecuencia del uso de estos equipos. Mediante la comparativa de éstos resultados, es posible tener una idea de la relación que existe entre la utilización de elementos FIDE y el ahorro de energía. En la Tabla 3 se puede observar, que las viviendas que consumieron más electricidad fueron: Caravia 794 con 7,629 Kwh; Arbón 780 con 7,496 Kwh; Arbón 795 con 7,410 Kwh., las tres pertenecientes al programa FIDE. En el caso de la vivienda Caravia 794, su alto consumo posiblemente se deba a que además de los dispositivos FIDE, la recámara 1 tenía un equipo de aire acondicionado sin sello FIDE; el número de habitantes de la vivienda era el mayor (6 habitantes) en relación a todas las demás (4 a 2 habitantes) y la permanencia por día de los habitantes era de 15 horas considerado un rango intermedio ya que la permanencia en general de toda la muestra de viviendas oscilaba entre las 12 y 19 horas.

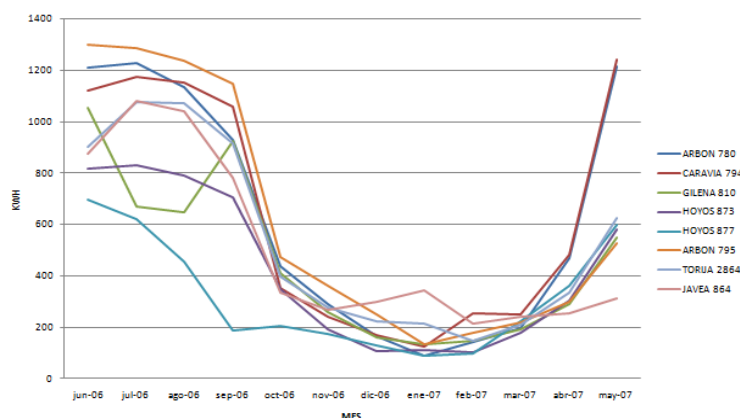


Figura 12. Consumo mensual de energía de las viviendas.

Con respecto a las viviendas Arbón 780 y Arbón 795, ambas tenían 4 habitantes con permanencia promedio diaria de 12 y 15 horas respectivamente; todos los aires acondicionados con sello FIDE, sin ningún equipo adicional. La vivienda que consumió menos electricidad fue la Hoyos 877 con 3,835 Kwh, también perteneciente al programa FIDE y sin ningún tipo de sistema adicional a dicho programa; su número de habitantes era de 4 registrando uno de los mayores promedios de permanencia diaria de los mismos (19 horas) . La vivienda Javea 864 que no pertenecía al programa FIDE, obtuvo un consumo de energía intermedio (6,044 kwh) caracterizada por un número de habitantes de 4 con uno de los mayores promedios de permanencia diaria de los mismos (19 horas). El resto de viviendas, de igual forma, se mantuvieron en un rango intermedio de consumo. Al analizar la información anterior, se pudiera establecer que en el caso de los dispositivos FIDE incorporados a estas viviendas, éstos no hacen una diferencia en el consumo de energía, ya que 4 de las viviendas que pertenecían al programa arrojaron consumos mayores a los de la vivienda testigo (Javea 864). Por otro lado Gilena 810, Hoyos 873 y Hoyos 877 3 sí cumplieron con los objetivos del programa.

Tabla 3. Consumo anual de energía de las viviendas en orden descendente

CONSUMO ANUAL Junio 2006 a Mayo 2007			
Vivienda	Kwh	Vivienda	Kwh
Caravia 794	7,629	Javea 864	6,044
Arbón 780	7,496	Gilena 810	5,433
Arbón 795	7,410	Hoyos 873	5,070
Torrija 2864	6,390	Hoyos 877	3,835

6.3 RELACIÓN ENTRE TEMPERATURA AMBIENTE INTERIOR Y CONSUMO ENERGÉTICO DE LAS VIVIENDAS.

Las viviendas mayormente afectadas por temperaturas interiores promedio extremas fueron Torrija 2864 y Javea 864. Al hablar específicamente de la relación entre temperatura interior / consumo energético y al enfocarnos en las temperaturas máximas; se pudo haber pensado que por los resultados mencionados, la vivienda Torrija 2864 hubiera sido la que más energía consumiera con el fin de lograr un confort mediante la utilización de sistemas activos de acondicionamiento para contrarrestar la situación ambiental, pero por el contrario, ésta se encuentra en un rango intermedio de consumo. Por otro lado, la vivienda Caravia 794 es la que obtuvo más horas de confort y mayor consumo energético, relación que pudiera ser el resultado de un logro de confort a través de aires acondicionados, aspecto que dio paso a que su consumo de energía fuera más alto. Lo anterior, es una hipótesis ya que al no haber un conocimiento ni cuantificación exacta de las horas en que los climas estuvieron encendidos en cada una de ellas, no se sabe si su actuar en cuanto al ambiente interior se debe a características propias de su orientación, ubicación, materiales, actuar de los habitantes, o al acondicionamiento mediante sistemas activos.

7. CONCLUSIONES

- El mayor gasto de energía eléctrica se da en los meses de verano (abril – septiembre), el aumento de consumo de kwh es notable con cifras mucho mayores que disminuyen en octubre y se mantienen en toda la época de invierno (octubre – marzo). Sin embargo, Al tener el consumo energético total de la vivienda, realmente no se tiene conocimiento del gasto energético específico de los aires acondicionados y luminarias.
- La única vivienda con orientación Este (Torrija 2864) de toda la muestra seleccionada, fue la que presentó temperaturas promedio interior máximas. Posiblemente esto se deba a que en este mes existe una mayor radiación solar y la vivienda recibe los rayos del sol directamente por la mañana y tarde por tener sus fachadas dirigidas hacia la orientación donde inicia el recorrido solar diario.
- No se encontró diferencia en el consumo de energía entre la vivienda testigo y el resto de las viviendas con dispositivos ahorradores de energía. Será necesario incrementar el número de viviendas testigo para verificar realmente si existen diferencias significativas.

Actualmente se está llevando a cabo la Segunda Etapa del proyecto, en la cual se han tomado a consideración las observaciones anteriores. De esta manera el estudio se realizará en 3 ciudades: Mexicali, Torreón y Cancún, evaluándose 32 viviendas, 16 que contengan dispositivos FIDE y 16 que no. Así mismo, en la ciudad de Mexicali se incorporarán medidores del consumo de energía eléctrica a los aires acondicionados y luminarias, de tal forma que se pueda establecer cuánto del consumo total va destinado a éstos dispositivos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- FIDE, (2009). *Programas Ahorro de Energía*. (En red). Disponible en: <http://www.fide.org.mx/>
- Yeomans, Francisco; Almada, Delma; Nungaray, Carlos; Espinal, Javier (2007). *Monitoreo de Viviendas con Criterio de Ahorro de Energía en el Norte del País*. Monterrey, N.L., México. Reporte parcial ITESM CONA70 CONACYT/CONAFOVI.
- González, Eduardo.1986. *Proyecto Clima y Arquitectura*. Ediciones G. Gili, S. A. de C. V. Vol I. México.
- Espinal, Javier. 2007. *Evaluación del Comportamiento Térmico y Estructural en Vivienda Típica de Interés Social*. Monterrey, N.L.

9. AUTORIZACIÓN Y RENUNCIA

Los autores autorizan a LACCEI a publicar el presente documento en la conferencia. Ni LACCEI ni los editores son responsables del contenido o las implicaciones derivadas de lo que se expresa en el documento.