

INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO DEL USUARIO EN EL LOGRO DEL CONFORT TERMICO EN VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE MENDOZA.

Soledad Andreoni Trentacoste (1); Carolina Ganem (2)

(1) Mg. Arquitecta, Becaria Doctoral, sandreoni@mendoza-conicet.gob.ar, Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía, CONICET, CCT Mendoza, Argentina. Av. Ruiz Leal s/n, 5500, Mendoza. Tel. (54) 261-4244000.

(2) Dra. Arquitecta, Investigadora Adjunta, cganem@mendoza-conicet.gob.ar, Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía, CONICET, CCT Mendoza, Argentina. Av. Ruiz Leal s/n, 5500, Mendoza. Tel. (54)261-4244000.

RESUMEN

El incremento en la temperatura exterior, influenciado por el calentamiento global y el efecto de isla de calor en los centros urbanos, repercute en las necesidades de confort de las personas. Resulta necesario implementar medidas de mitigación de los impactos del cambio climático, integrando estrategias bioclimáticas en las edificaciones. Muchas de estas estrategias suponen acciones por parte de los habitantes, siendo esto uno de los factores de incertidumbre en el desempeño térmico real de las viviendas. El presente estudio contribuye a identificar la influencia del comportamiento del usuario en el logro del confort térmico interior en viviendas en la ciudad de Mendoza (32° 40' lat. sur; 68° 51' long. oeste y 750 msnm). Se analiza la estrategia de ventilación nocturna en verano. Se realizó una auditoria térmica de una vivienda representativa durante un período de 40 días en los meses de enero y febrero de 2017; y se elaboró un registro de las acciones practicadas por los usuarios. Los resultados demuestran que un buen uso y gestión de la envolvente en verano mediante la ventilación nocturna, favorece el logro de confort interior en un 89% de los datos registrados. Si se realiza una ventilación constante (diurna y nocturna) solo el 22% de los datos registrados presenta temperaturas dentro del rango de confort. Este valor desciende a 0% si los espacios interiores no se ventilan. Se concluye que la influencia de la conducta del usuario sobre el comportamiento térmico de la vivienda es significativa, y lo afecta directamente.

Palabras claves: uso y gestión, confort térmico, estrategias bioclimáticas.

ABSTRACT

The rise of the exterior temperature, influenced by global warming and the heat island effect in urban centers, affects people comfort needs. Climate change mitigation measures are needed, such as the integration of bioclimatic strategies in buildings. Many of these strategies suppose actions performed by the inhabitants, been this an uncertainty factor in the real thermal performance of houses. This study contributes to identify the influence of the user's behavior on interior thermal comfort in houses located in the city of Mendoza (32° 40'S; 68° 51'W y 750 masl). Night cooling strategy is analyzed in summer. A thermal audit of a representative house was performed in a period of 40 days in January and February, 2017. Also, actions performed by users were recorded. Results show that the correct use and management of the envelope in summer through night cooling, favors the achievement of comfort by 89% of the total of recorded data. If ventilation is constant (day and night) only 22% of the recorded data presents temperatures in the comfort range. This value decreases to 0% if interior spaces are not ventilated. It is concluded that the influence of the user on the thermal comfort in a house is significant and presents a direct effect.

Key words: use and management, thermal comfort, bioclimatic strategies.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la evidencia visible de los impactos del cambio climático, han generado preocupación en diferentes sectores sociales y gubernamentales de todo el mundo. La influencia humana en el sistema climático es clara, y las recientes emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero son las más altas de la historia. Los cambios climáticos recientes han tenido impactos generalizados en los sistemas humanos y naturales. (IPCC, 2014)

Las altas temperaturas sumadas al efecto de isla de calor en los centros urbanos, incrementan la falta de confort en los edificios, siendo esta la principal causa de aumentos desmedidos en el consumo energético. El confort es un negocio muy costoso. Cerca del 40% del PBI mundial se emplea en la construcción, operación y demolición de edificios. La mayor parte se utiliza en mantener los edificios lo suficientemente frescos o cálidos para ser habitados, usando sistemas de aire acondicionado y calefacción central. (ROAF, 2015)

Estudios previos demuestran que las condiciones climáticas futuras modificarán la demanda de energía para calefacción y refrigeración en los edificios. La demanda de energía para calefacción disminuirá con los años mientras que la demanda de energía para refrigeración se incrementará del 28% al 59% para el 2070 debido al calentamiento global. (INVIDIATA; GHISI, 2016)

Este escenario futuro plantea un desafío para los arquitectos. Principalmente los edificios residenciales deben ser concebidos como espacios de refugio de las condiciones climáticas. Esto representa a su vez un compromiso de otorgar confort a los usuarios de los proyectos mediante posibilidades de adaptación concebidas desde el diseño. El análisis previo del emplazamiento de la vivienda y las condiciones climáticas del lugar, permite la incorporación de sistemas pasivos para la mejora del confort. Diversos estudios (INVIDIATA; GHISI, 2016; PALME, 2016; ROAF, 2015; SILVA; ALMEIDA; GHISI, 2016) demuestran que el uso de estrategias bioclimáticas pasivas es esencial para incrementar el confort térmico interior en viviendas. Favoreciendo, a su vez, la reducción de los consumos energéticos.

La demanda de energía eléctrica en Argentina en el sector residencial representa hoy (2015) el 42% de la demanda energética, mientras en el año 2005 representaba el 34%, siendo solo el 1,7% de la demanda cubierta por energía de generación renovable (CAMMESA, 2015). En cuanto a la demanda de gas natural el sector residencial es responsable del 24% del consumo total (ENARGAS, 2014).

La ciudad de Mendoza (32°40' Latitud Sur, 68°51' Longitud Oeste y 750 m.s.n.m) de clima templado continental, presenta temperaturas absolutas que varían entre -6°C en invierno y 39°C en verano, con variaciones diarias de aproximadamente 10°C a 20°C. La ciudad se sitúa en una zona semi - desértica, caracterizada por baja humedad relativa (54,7% promedio anual) y escasas precipitaciones (218mm anuales).

Es muy importante tomar en cuenta que así como la acción climática cambia durante días y estaciones, también cambian las demandas de los usuarios respecto de la habitabilidad interior. Es necesario que la envolvente de las viviendas presente posibilidades de adaptación a estas dos demandas y que pueda responderlas de forma satisfactoria, especialmente en climas cambiantes y complejos como el templado (GANEM; ESTEVES; COCH, 2005). Para esto es primordial considerar que las personas se adaptan a su entorno térmico realizando cambios en su vestimenta, su postura, y quizá también en sus actividades. También adaptan su entorno térmico a sus requerimientos temporales mediante acciones tales como abrir ventanas, mover las persianas, y ajustar la calefacción o refrigeración. Mediante dichos procesos las personas están en equilibrio dinámico con su entorno (HUMPHREYS; RIJAL; NICOL, 2013).

Atendiendo al escenario futuro del que se habló en los párrafos anteriores, es evidente la importancia de aplicar medidas de mitigación en las edificaciones para reducir el impacto del cambio climático. Estas deberán dar respuesta a las necesidades de reducción del consumo energético sin descuidar el confort térmico de los usuarios, especialmente durante los periodos de altas temperaturas. La primera actuación, debe mirar a la reducción de la necesidad de enfriar, a través de una buena construcción en términos de adecuada orientación, inercia térmica, protección solar, porcentaje de superficies transparentes, etcétera. Sucesivamente, hace falta estimar las posibilidades de evacuar el calor residual mediante sistemas naturales, como es la ventilación, sea transversal (dirigida por viento) o vertical (dirigida por diferencia de temperatura) (PALME, 2016).

Es por tanto fundamental, contemplar la influencia de la intervención del usuario en el comportamiento térmico de la vivienda. Teniendo en cuenta que el mismo es un elemento activo dentro del diseño, por lo tanto este último debe ser flexible. El problema hoy en día es que muchos arquitectos sólo saben usar sistemas de calefacción y refrigeración de consumo energético para mejorar el confort y han olvidado todas las formas antiguas de lograr pasivamente confort con comportamientos (ROAF, 2015).

Siendo el comportamiento del usuario una de los principales factores de incertidumbre en el comportamiento térmico de una vivienda (SILVA; ALMEIDA; GHISI, 2016), resulta primordial el estudio de las variables que esto involucra, para poder así delinear las pautas a seguir a futuro en el diseño y rehabilitación de las viviendas de la ciudad de Mendoza.

2. OBJETIVO

El presente estudio es un primer acercamiento a identificar la influencia del comportamiento del usuario en el logro del confort térmico interior de viviendas en la ciudad de Mendoza, en verano, mediante el uso de la estrategia de ventilación nocturna. Así mismo, busca reconocer ventajas y desventajas en el manejo de la envolvente edilicia, durante distintas situaciones de uso de ventilación natural en periodos controlados, horarios de ocupación, uso de artefactos eléctricos, etc.

3. MÉTODO

Para el desarrollo de este trabajo se realizó una auditoría térmica de una vivienda representativa, durante un periodo de 40 días, en los meses de Enero y Febrero de 2017. La misma constó de 4 etapas de diagnóstico en paralelo:

1. Estudio de antecedentes locales
2. Selección del caso de estudio. Estudio del micro-clima y del sitio de emplazamiento.
3. Monitoreo higrotérmico, bajo condiciones controladas de gestión de la envolvente en verano.
4. Registro de la gestión del usuario.

3.1. Estudio de antecedentes locales.

La región centro-oeste de Argentina se caracteriza por un clima árido templado continental, con fuerte amplitud térmica. La ciudad de Mendoza (32° 40' latitud sur; 68° 51' longitud oeste y 750 msnm) presenta temperaturas absolutas que varían entre -6°C en invierno y 39°C en verano, con variaciones diarias de aproximadamente 10°C a 20°C, con baja humedad relativa siendo el promedio anual de 54,7%. Otro dato que demuestra la condición semi-desértica de Mendoza es la escasez de lluvias, con un promedio anual de 218mm. La ciudad también presenta un elevado índice de radiación solar y una alta heliofanía.

Para la arquitectura de este clima, se han estudiado y propuesto por varios autores (COCH ROURA; SERRA FLORENSA, 1991) las estrategias bioclimáticas adecuadas, incorporando todas ellas como factor común el principio de ser sistemas flexibles, es decir, elementos o conjuntos de elementos que pueden cambiar fácilmente su acción ambiental según las circunstancias climáticas.

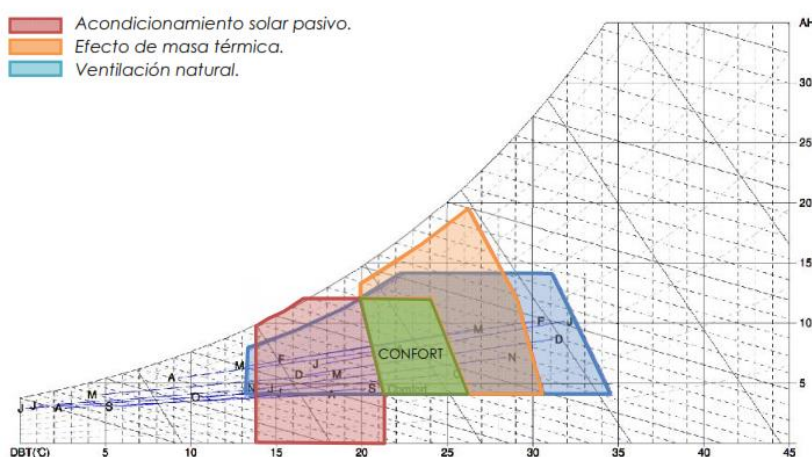


Figura 1 – Carta psicrométrica para la ciudad de Mendoza. Elaboración propia. (ANDREONI TRENTACOSTE., 2014)

Las estrategias observadas en la carta psicrométrica para el clima de Mendoza (fig.4): acondicionamiento solar pasivo, efecto de masa térmica y ventilación natural; permiten tener una aproximación a las soluciones arquitectónicas posibles a implementar en la construcción y rehabilitación de las viviendas urbanas.

3.2. Selección del caso de estudio. Estudio del micro-clima y del sitio de emplazamiento.

Se tomó como caso de estudio una vivienda unifamiliar (figs.1, 2, 3), ubicada en una zona residencial de la ciudad de Mendoza. La misma responde a la tipología de dúplex, con fachada principal orientada hacia el Norte. La tecnología constructiva es de tipo tradicional para Mendoza. Los muros son de ladrillo revocados en ambos lados, sin aislación térmica, con terminación de texturado plástico color claro. Los techos son inclinados, de correas y machimbre de madera, aislación térmica de poliestireno expandido de 5cm de espesor con terminación exterior de tejas cerámicas. Las carpinterías son metálicas, de chapa plegada y vidrio simple (4mm). Cabe destacar que la vivienda no posee sistemas de refrigeración en ninguno de sus ambientes, solo cuenta con dos ventiladores.



Figura 2 y 3 – Vivienda caso de estudio (cochera/acceso pergolado y fachada principal). Elaboración propia. (ANDREONI TRENTACOSTE., 2014)



Figura 4 – Vivienda caso de estudio. Planta baja, primer y segundo piso. Ubicación de los sensores higrotérmicos en rojo (Documentación municipal del proyecto).

3.3. Monitoreo higrotérmico.

Se recolectaron datos in-situ mediante monitoreo higrotérmico, mediciones de temperatura y humedad relativa, por medio de la colocación de 4 micro-adquisidores de datos HOBO U10, 1 en el exterior (protegido de la radiación solar directa) y 3 en distintos espacios en el interior de la vivienda, ver figura 4. Todos se ubicaron suspendidos en el centro de cada espacio, a alturas equivalentes (aproximadamente a 2m del nivel del piso) para mantenerlos alejados de la influencia de elementos constructivos con masa. Para el presente estudio solo se analizaron los datos del ambiente estar – comedor.

El periodo de medición fue de 40 días en verano, en los meses de Enero y Febrero. El intervalo para la toma de datos se fijó en 15 minutos y se procesó la información con los programas HOBO ware pro y Excel. Se registraron datos bajo condiciones controladas probando el efecto que producen distintas alternativas de manejo de la envolvente por los usuarios, contemplando aproximadamente 10 días para cada condición de uso controlada. Durante el primer ciclo de medición los usuarios se comprometieron a posibilitar la ventilación nocturna de la vivienda, abriendo todas las ventanas durante la noche y cerrando completamente la casa durante el día. Así mismo, durante otro ciclo de 10 a 15 días mantuvieron las ventanas abiertas durante el día y la noche. Durante la quincena de ausencia por vacaciones, se tomaron los registros de los días sin ventilación. Si bien en los casos ventilados puede aparecer un aporte de ventilación desde otras habitaciones, se considera que los resultados obtenidos son válidos para el análisis del comportamiento térmico interior planteado en los objetivos.

3.5. Registro de la gestión del usuario.

Se realizó un cuadro de registro de datos que completaron los usuarios de la vivienda durante el periodo de monitoreo. En el mismo se consideraron: fecha, temperaturas pronosticadas diarias, lluvia, heliofanía, condición de uso controlada, horario de ocupación, cierre de aberturas, apertura de aberturas, uso de ventilador, sensación de confort diurno y nocturno (ASHRAE, 2008), velocidad del aire exterior (Escala de Beaufort) y observaciones.

4. RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados de las etapas de auditoria Los datos corresponden a periodos representativos del estudio realizado en el ambiente “estar-comedor” de la vivienda caso de estudio y el exterior de la misma, los mismos se organizan de acuerdo a las 3 alternativas de manejo de la envolvente puestas en práctica por los usuarios , siendo estas:

1. Estrategia de ventilación natural nocturna de 8hs a 21hs. (periodo 06/01/17 al 11/01/17)
2. Ventilación nula (periodo del 16/01/17 al 20/01/17)
3. Ventilación constante (periodo 27/01/17 al 31/01/17)

4.1. Monitoreo higrotérmico.

Las figuras 5, 6 y 7 que se exponen a continuación, representan los resultados de las mediciones realizadas in situ, bajo condiciones controladas de uso de ventilación natural nocturna, ventilación nula y ventilación constante respectivamente.

4.1.1. Estrategia de ventilación natural nocturna.

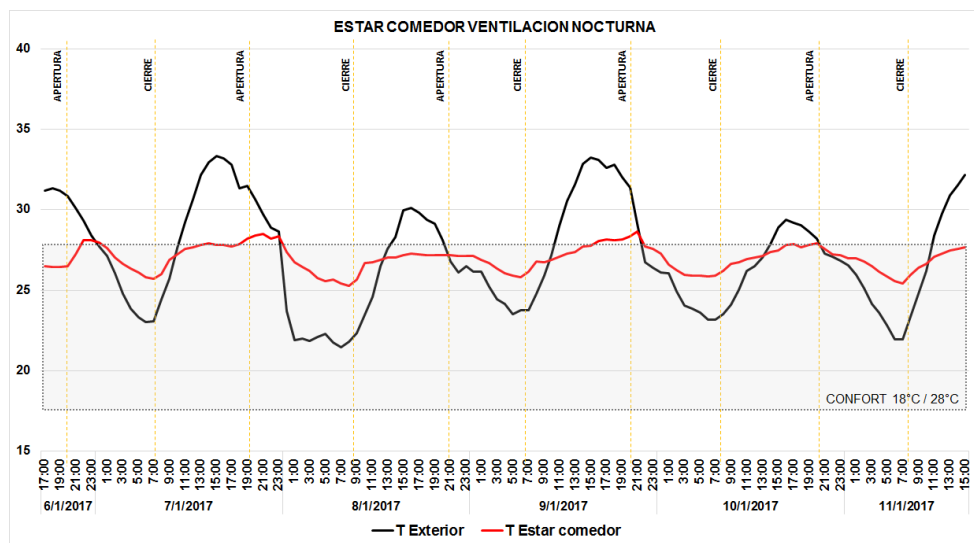


Figura 5 – Mediciones de verano, periodo estrategia ventilación nocturna. (Elaboración propia)

Periodo de medición: 06/01/2017 al 11/01/2017.

Observaciones:

- La temperatura exterior (línea negra) varía entre 21.5°C y 33.5°C.
- La amplitud térmica promedio para este periodo es de 12°C.
- Las temperaturas interiores del estar comedor (línea roja) se encuentran dentro del rango de confort en prácticamente todo el periodo observado, superando los 28°C en menos de 1°C los días 07 y 09.
- Al cruzar los datos del registro de los usuarios, se puede detectar que los días en los cuales la temperatura supero el rango de confort corresponden a una apertura anticipada de las aberturas (línea de puntos naranja), que no coincidió con el descenso de temperatura en el exterior. Este efecto se puede observar claramente en el día 06/01 al llegar los usuarios a las 21hs, horario en que la temperatura exterior superaba a la interior en 4°C. Al abrir inmediatamente, suponiendo un horario correcto (nocturno) de ventilación, la temperatura interior incremento bruscamente para luego descender pasadas las 24hs. Los usuarios manifestaron encontrar la casa más fresca al llegar.
- La adecuada utilización de esta estrategia en la vivienda supone un compromiso constante del usuario en la búsqueda de su estado de confort. La apertura y cierre de las aberturas en los horarios más favorables, permite la conservación de temperaturas agradables en el ambiente interior.
- La ventilación nocturna del ambiente estudiado, demuestra la efectividad del aprovechamiento de la inercia térmica de los materiales constructivos de la vivienda.
- Los resultados de la estrategia aquí analizada demuestra la factibilidad de la aplicación de las estrategias bioclimáticas propuestas en la carta psicrométrica (punto 3.1).

- Se estiman mejoras en las temperaturas interiores incrementando la calidad de la envolvente (incorporación de aleros, aislación térmica en muros y doble vidrio en ventanas), lo que permitiría mejorar las condiciones de confort sin necesidad de equipos de acondicionamiento artificial.

4.1.2. Ventilación nula.

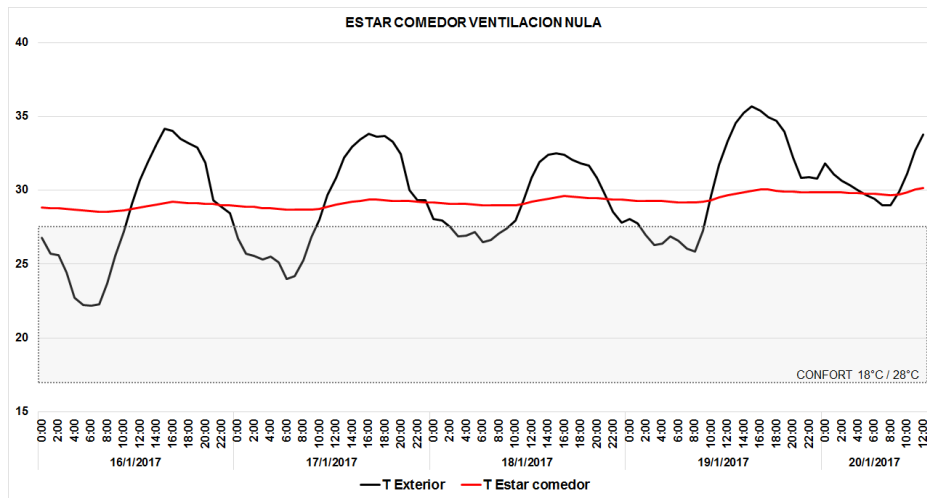


Figura 6 – Mediciones de verano, periodo ventilación nula. (Elaboración propia)

Periodo de medición: 16/01/2017 al 20/01/2017.

Observaciones:

- La temperatura exterior (línea negra) varía entre 22.15°C y 35.65°C.
- Amplitud térmica promedio para este periodo de 13.5°C.
- Las temperaturas interiores del estar comedor (línea roja) se encuentran por encima del rango de confort en todo el periodo observado, con temperaturas constantes de 29 a 30.1°C.
- En el periodo seleccionado la casa se encontró deshabitada.
- Al no ventilar, los materiales másicos de la vivienda acumulan temperatura que se mantienen en el interior, lo que se evidencia en la leve tendencia ascendente de la curva de temperatura del estar-comedor (línea roja).

4.1.3 Ventilación constante.

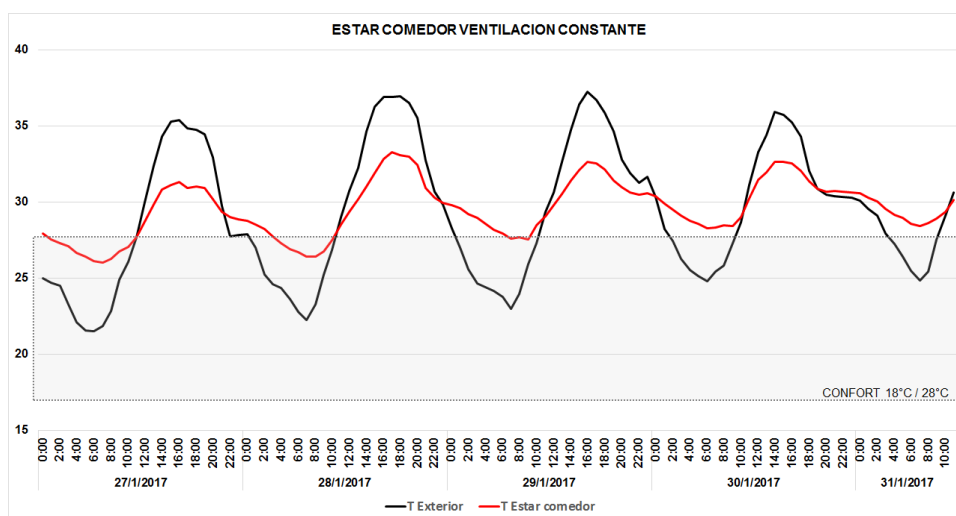


Figura 7 – Mediciones de verano, periodo ventilación constante. (Elaboración propia)

Periodo de medición: 27/01/2017 al 31/01/2017.

Observaciones:

- La temperatura exterior (línea negra) varía entre 21.5°C y 37°C.
- Amplitud térmica promedio para este periodo de 15.5°C.
- Las temperaturas interiores del estar comedor (línea roja) se encuentran por encima del rango de confort en todo el periodo observado, con excepción de algunos horarios nocturnos, con temperaturas que oscilan entre los 23 y 33.5°C.
- Las variaciones de las temperaturas exteriores influyen directamente sobre las del ambiente interior, no siendo suficientes las horas de ventilación nocturnas para acondicionar el mismo, por la acumulación de temperatura en el interior y en los materiales másicos durante las horas de ventilación diurnas y el ingreso de aire caliente durante el día que no llega a ser disipado con la ventilación nocturna.

4.3. Registro de la gestión del usuario.

En este punto se exponen los datos del registro realizado por los usuarios de la vivienda caso de estudio, de acuerdo a lo detallado en el punto 3.1. Las tablas 1, 2 y 3 exponen los datos recabados in situ durante los periodos de auditoria en 3 condiciones distintas de control de uso y gestión de la envolvente.

4.3.1. Estrategia de ventilación natural nocturna.

En la siguiente tabla (1) se detalla el registro realizado por los usuarios de la vivienda en estudio durante el periodo de ventilación natural nocturna. Los datos más relevantes registrados en la misma son: los horarios de apertura y cierre de aberturas, el horario de ocupación y la sensación de confort interior experimentada. Al cotejar la tabla con el grafico de temperaturas del mismo periodo (fig. 5) se puede deducir la influencia de la gestión de la envolvente en la oscilación de las temperaturas interiores.

Tabla 1 – Registro de acciones del usuario durante la estrategia de ventilación natural nocturna. (Elaboración propia)

N°	FECHA	TEMP. EXTERIOR	Lluvia	Heliofanía	Condición de Uso	HORARIO DE OCUPACION	CIRRE ABERTURAS	APERTURA ABERTURAS
DIA		(pronosticoextendido.net / SMN)		(% descubierto)		(Entre horas)	(Hora)	(Hora)
5	6/1/2017	Max. 37°C / Min. 17°C	NO	80	Ventilación nocturna	00:15-7:45 / 13:20 / 21:00-00	7:45	21
6	7/1/2017	Max. 36°C / Min. 20°C	SI (tarde, noche)	70	Ventilación nocturna	00-00	8:00	20:00
7	8/1/2017	Max. 32°C / Min. 20°C	NO	80	Ventilación nocturna	00-10 / 21:30-22:30	9:15	21:30
8	9/1/2017	Max. 32°C / Min. 20°C	SI (tarde, noche)	70	Ventilación nocturna	1:15-8 / 13:30-00	7:30	20:55
9	10/1/2017	Max. 30°C / Min. 19°C	NO	70	Ventilación nocturna	00-8 / 13:30	8:00	20:45
10	11/1/2017	Max. 33°C / Min. 21°C	NO	90	Ventilación nocturna	00:55-8:00 / 10:30-	8:00	-

USO VENTILADOR	USO VENTILADOR	SENSACIÓN DE CONFORT	SENSACIÓN DE CONFORT	Velocidad del aire exterior Escala de Beaufort (0 a 12)			OBSERVACIONES
DORM. SUR	ESTAR-COMEDOR	DIURNO (CV)	NOCTURNO (CV)	Mañana	Tarde	Noche	
00:15-7	-	(+) 1	(+) 2	1	2	1	22hs cena amigos (delivery) (calor de noche mas que de día)
1:30-8:30 / 15-20	-	(+) 2	(+) 2	2	1	0	Uso cocina 13:30
00-9:15	-	-	-	1	-	-	No estuvimos en la casa.
1:30-7:30	-	(+) 2.5	(+) 0.5	1	2	3	
00-8 / 13:30-21	-	(+) 2	(+) 1	1	2	2	Uso de cocina 13:30 y en la tarde 19hs aprox.
00:45-8 /	-	(+) 2.5	-	1	2	-	

4.3.2. Ventilación nula.

En la tabla (2) que se muestra a continuación, se detalla el registro realizado durante el periodo sin ventilación. El mismo fue realizado por una persona externa a la vivienda en estudio, debido a que en este periodo los usuarios no permanecieron en la misma. Se destacan en este caso el registro de datos climáticos y la velocidad del aire exterior, la cual influye en las infiltraciones que se producen en el interior.

Tabla 2 – Registro de acciones del usuario durante el periodo sin ventilación. (Elaboración propia)

N°	FECHA	TEMP. EXTERIOR	Lluvia	Heliofanía	Condición de Uso	HORARIO DE OCUPACION	CIRRE ABERTURAS	APERTURA ABERTURAS
DIA		(pronosticoextendido.net / SMN)		(% descubierto)		(Entre horas)	(Hora)	(Hora)
5	16/1/2017	Max. 36°C / Min. 26°C	NO	100	Todo cerrado	-	-	-
6	17/1/2017	Max. 37°C / Min. 22°C	NO	100	Todo cerrado	-	-	-
7	18/1/2017	Max. 34°C / Min. 24°C	NO	100	Todo cerrado	-	-	-
8	19/1/2017	Max. 39°C / Min. 25°C	NO	60	Todo cerrado	-	-	-
9	20/1/2017	Max. 39°C / Min. 27°C	NO	80	Todo cerrado	-	-	-

USO VENTILADOR	USO VENTILADOR	SENSACIÓN DE CONFORT	SENSACIÓN DE CONFORT	Velocidad del aire exterior Escala de Beaufort (0 a 12)			OBSERVACIONES
DORM. SUR	ESTAR-COMEDOR	DIURNO (CV)	NOCTURNO (CV)	Mañana	Tarde	Noche	
-	-	-	-	2	2	2	Registro externo: totalmente despejado, mucho calor.
-	-	-	-	2	2	2	Registro externo: totalmente despejado, mucho calor.
-	-	-	-	3	3	3	Registro externo: viento no tan moderado, todo despejado.
-	-	-	-	2	2	2	Registro externo: mañana nublada, media mañana despejado. Día caluroso.
-	-	-	-	3	3	3	Registro externo: día despejado en la mañana, nublado en la tarde (19hs). Viento suave. Calor.

4.3.3 Ventilación constante.

En el registro realizado por los usuarios en la siguiente tabla (3), se destacan las variables de horarios de ocupación, sensación de confort interior y el uso de ventilador en el ambiente en estudio. Se evidencia en este caso la falta de confort manifestada por los usuarios en todo el periodo en la variable “sensación de confort” con valores que llegan a +3 (muy caluroso) en la escala de confort (ASHRAE, 2008) y en el uso intensivo de ventilador.

Tabla 3 – Registro de acciones del usuario durante el periodo de ventilación constante. (Elaboración propia)

N°	FECHA	TEMP. EXTERIOR	Lluvia	Heliofanía	Condición de Uso	HORARIO DE OCUPACION	CIRRE ABERTURAS	APERTURA ABERTURAS
DIA		(pronosticoextendido.net / SMN)		(% descubierto)		(Entre horas)	(Hora)	(Hora)
6	27/1/2017	Max. 37°C / Min. 19°C	NO	95	Todo abierto	00-8 / 13:30	-	-
7	28/1/2017	Max. 41°C / Min. 20°C	NO	95	Todo abierto	00-20	-	-
8	29/1/2017	Max. 41°C / Min. 20°C	NO	100	Todo abierto	05-13 / 18-00	-	-
9	30/1/2017	Max. 37°C / Min. 24°C	SI	80	Todo abierto	00-00	-	-
10	31/1/2017	Max. 36°C / Min. 25°C	SI (noche)	95	Todo abierto		-	-

USO VENTILADOR	USO VENTILADOR	SENSACIÓN DE CONFORT	SENSACIÓN DE CONFORT	Velocidad del aire exterior			OBSERVACIONES
DORM. SUR	ESTAR-COMEDOR	DIURNO (CV)	NOCTURNO (CV)	Escala de Beaufort (0 a 12)			
				Mañana	Tarde	Noche	
si	16-21	(+) 2.5	(+) 2				
si	13:30-16 / 18:10-19:10	(+) 3	(+) 3	2			
si	21-00	(+) 3	(+) 3	1	1	2	
si	15:15-19 / 22:50-00:25	(+) 2.5	(+) 2.5	2	3	3	
si				2	2	3	

5. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que la influencia de la conducta del usuario sobre el comportamiento térmico de la vivienda es significativa, y lo afecta directamente.

El buen uso y gestión de la envolvente por medio de la ventilación natural nocturna en verano, permite al usuario adaptar el ambiente interior a las condiciones de confort requeridas, conservando temperaturas inferiores a los 28°C, siempre que el mismo adopte criterios de uso propios a su vivienda, ya que el correcto aprovechamiento de esta estrategia depende de la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior y no de horarios precisos. Se sugiere el uso de termómetros de ambiente, para detectar el momento adecuado de apertura y cierre de las ventanas. Por otro lado acciones menos favorables, como son la ventilación constante (diurna y nocturna) o la falta de ventilación, resultan en la disminución del confort, experimentando temperaturas por sobre los 33°C que el usuario intenta aplacar mediante el uso de artefactos eléctricos, como lo es en este caso el ventilador. No obstante esto, la falta de confort en los espacios interiores es evidente.

Los resultados demuestran (fig.8) que un buen uso y gestión de la envolvente en verano mediante la ventilación nocturna, favorece el logro de confort interior en un 89% de los datos registrados. Si se realiza una ventilación constante (diurna y nocturna) solo el 22% de los datos registrados presenta temperaturas dentro del rango de confort. Este valor desciende a 0% si los locales no se ventilan.

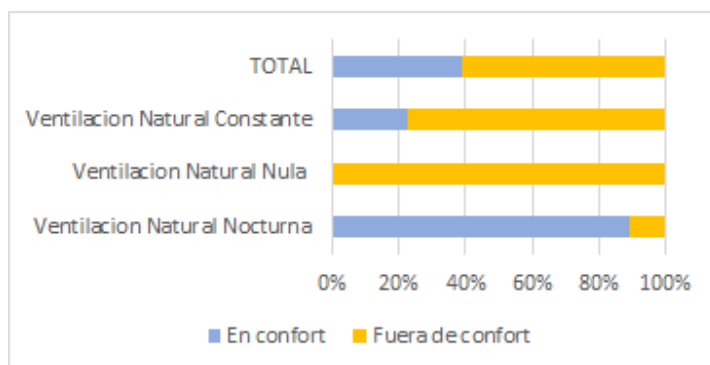


Figura 8 – Porcentajes de confort alcanzado en las variables estudiadas. (Elaboración propia)

Es importante resaltar la baja calidad de la envolvente de la vivienda caso de estudio en lo que respecta al logro del confort térmico, lo que sugiere la importancia de implementar mejoras como aislación térmica en muros, protecciones solares en las aberturas Norte para sombreamiento, entre otras. La adición de

mejoras a una adecuada gestión mejoraría notablemente el desempeño térmico de la vivienda. Para dicha cuantificación, se pretende a futuro realizar simulaciones con alternativas de mejora, así como también ampliar la cantidad de casos de estudio.

Se identifican en esta primera aproximación potencialidades que presentan las viviendas de la ciudad de Mendoza para permitir al usuario conseguir el confort en verano, mediante estrategias de comportamiento, siempre y cuando las características edilicias respondan a las recomendadas para la zona.

Cumpliendo con estos requerimientos se sugiere prescindir del uso de equipos de aire acondicionado de consumo energético convencional, aportando a la reducción de los consumos energéticos mundiales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREONI TRENTACOSTE., S. E. **Protocolo de diagnóstico térmico - energético para la rehabilitación de viviendas en la Ciudad de Mendoza, Argentina**. Universidad Internacional de Andalucía, 2014.
- ASHRAE. **Proposed addendum d to Standard 55-2004, Thermal environmental conditions for human occupancy**.
- CAMMESA. **Informe anual 2015**.
- COCH ROURA, H.; SERRA FLORENSA, R. **Arquitectura y energía natural**. Barcelona, España.: UPC, 1991.
- ENARGAS. **INFORME ENARGAS 2014**.
- GANEM, C.; ESTEVES, A.; COCH, H. El rol de la envolvente en la rehabilitación ambiental. Propuestas de Verano para viviendas tipo Chalet en Mendoza. **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**, v. 9, p. 49–54, 2005.
- HUMPHREYS, M. A.; RIJAL, H. B.; NICOL, J. F. Updating the adaptive relation between climate and comfort indoors; new insights and an extended database. **Building and Environment**, v. 63, p. 40–55, 2013.
- INVIDIATA, A.; GHISI, E. Impact of climate change on heating and cooling energy demand in houses in Brazil. **Energy and Buildings**, v. 130, p. 20–32, 2016.
- IPCC. **Climate Change 2014 Synthesis Report Summary Chapter for Policymakers 2014 Report**.
- PALME, M. Estimación del riesgo de sobrecalentamiento y del potencial de refrigeración por ventilación natural de viviendas unifamiliares en ciudades costeras de Chile. n. October, 2016.
- ROAF, S. **Building Resilience in the Built Environment**. Architecture and Resilience on the Human Scale. Cross-Disciplinary Conference. **Anais...** Sheffield, Great Britain.: The School of Architecture University of Sheffield, 2015
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. **Escala beaufort y sus equivalencias**. Disponible en: <<http://www.smn.gov.ar/?mod=biblioteca&id=14>>. Consultado en: 2 ene. 2017.
- SILVA, A. S.; ALMEIDA, L. S. S.; GHISI, E. Decision-making process for improving thermal and energy performance of residential buildings: A case study of constructive systems in Brazil. **Energy and Buildings**, v. 128, p. 270–286, 2016.

AGRADECIMENTOS

Las autoras agradecen a los propietarios de la vivienda auditada por su buena predisposición a adoptar los distintos tipos de manejo de la envolvente registrados. Asimismo, los presentes resultados pertenecen a los avances del Plan de Beca Doctoral de la Mgtr. Soledad Andreoni Trentacoste, financiados por el CONICET.