

Análisis térmico-energético estival de tipología FONAVI y vivienda bioclimática en la ciudad de San Juan, Argentina

Irene Blasco Lucas¹, Carina Carestia¹, Estela de Lourdes Carossia¹

Resumen

Se evalúa paralelamente el desempeño térmico-energético que presentan dos viviendas durante el crítico período estival de San Juan (clima cálido-seco). Una de ellas es económica de tipo FONAVI (C1), mientras que la otra responde a pautas bioclimáticas (C2). Se llevan a cabo monitoreos sociales y técnicos durante 15 días, a fin de relevar datos sobre: a) hábitos que caracterizan a sus usuarios, b) temperatura, humedad e iluminación a través de registros efectuados cada 10 minutos con dataloggers HOBO tipo U12, c) consumos diarios de gas y electricidad. A través de cálculo estacionario con KG-MOD, se obtienen los valores teóricos respectivos. Los moradores de C1 sufrieron alto discomfort térmico, con medias superiores entre 3°C y 5°C respecto a C2, y amplitudes mayores entre 1,5°C y 4,5°C, teniendo C2 un consumo eléctrico escasamente más elevado que C1.

Palabras clave: Térmico-energético; análisis; estival; FONAVI; bioclimática.

Summer heat-energy analysis of FONAVI typology and bioclimatic dwelling located in the city of San Juan, Argentina

Abstract

The thermal-energy performance of two dwellings during the critical summer period in San Juan (warm-dry climate) is evaluated in parallel. One is an economic FONAVI type (C1), while the other one responds to bioclimatic patterns (C2). Social and technical monitoring was carried out for 15 days in order to relieve data on: a) habits that characterize its users, b) temperature, humidity and lighting through registrations every 10 minutes with dataloggers HOBO U12 type, c) daily consumption of gas and electricity. Through stationary calculation with KG-MOD, the respective theoretical values were obtained. C1 dwellers suffered high thermal discomfort, with higher average temperatures between 3°C and 5°C respect to C2, and also amplitudes varying from 1,5°C to 4,5°C higher than C2, but its electricity consumption was a barely lower than C2.

Keywords: Thermal-energy; analysis; summer; FONAVI; bioclimatic.

¹ Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa-FAUD-UNSJ). Av. Ignacio de La Roza y Meglioli – 5400 San Juan, Argentina. Tel.:+54-264-423-2395 Int. 318. E-mails: iblasco@faud.unsj.edu.ar, caricarestia@gmail.com, estelacarossia@yahoo.com.ar

Introducción

El sector residencial está posicionado como el segundo mayor consumidor en el balance energético nacional (BEN, 2014), solo un 5% menor que transporte y casi un 4% mayor que el de industria. Sus particulares características asociadas a los hábitos de las familias, y la gran extensión geográfica en que se dispersa con valores de consumo relativamente pequeños y muy variados, otorgan una complejidad significativa a la problemática energética del mismo. Por otro lado, se ha reconocido la urgente necesidad de lograr una mayor eficiencia energética en este sector (Blasco Lucas, 2008), como también la importante incidencia que tienen en el consumo energético el clima, el diseño arquitectónico y los tipos constructivos de la edificación destinada a viviendas, junto a las costumbres de sus usuarios relativas fundamentalmente al logro de confort higrotérmico (Casado, 2001; Blasco Lucas et al., 2004; Sulaiman et al., 2009; Mesquida y Blasco Lucas, 2010a). De allí el interés por conocer en detalle las distintas situaciones que se presentan en cada región del país a fin de plantear una gama amplia de mejoras adecuadas a realidades locales. El análisis de las condiciones del parque construido en el sector, define el punto de partida para cada una de ellas. En este marco, se han llevado a cabo periódicamente en varias ciudades de Argentina, monitoreos y auditorías energéticas de distinta índole con diversos procedimientos conforme al tipo y cantidad de equipos de medición que se disponían y a los objetivos específicos que pretendían. Así se han realizado análisis tanto a gran y a mediana escala, como también de casos singulares, permitiendo contar con valiosa información. Entre otros, se pueden mencionar a Gonzalo et al. (2000); Filippín et al. (2001); Filippín y Follari (2003); Díaz et al. (2005); Mesquida y Blasco Lucas (2010b).

Objetivo

El objeto de la presente investigación se encuadra en la línea antes descrita, centrándose en la evaluación del desempeño térmico-energético durante el período estival, de dos viviendas singulares localizadas en la ciudad de San Juan, que se ubica en la zona Bioambiental IIIa de Argentina (IRAM 11603, 2012) y cuyo clima se caracteriza por veranos extremadamente cálidos y secos.

Metodología

El trabajo se basa en el estudio de dos casos, consistentes en viviendas unifamiliares de diferentes características de diseño y constructivas. Una de ellas es económica (C1) de tipo FONAVI (Operatoria de financiamiento estatal denominada "Fondo Nacional de Vivienda"), mientras que la otra posee mayor calidad constructiva y espacial, respondiendo a pautas bioclimáticas (C2). Para ello se llevan a cabo monitoreos sociales y técnicos durante 15 días, a fin de relevar datos sobre:

- a) hábitos que caracterizan a sus usuarios, mediante encuestas de opinión y de tipo demográfica, para lo cual se diseñaron planillas específicas.
- b) parámetros higrotérmicos (temperatura y humedad relativa) y lumínicos (Iluminancia) a través de registros efectuados cada 10 minutos con dataloggers HOBO tipo U12.
- c) consumos diarios de gas y electricidad, a través de la lectura de los medidores de las respectivas empresas distribuidoras.

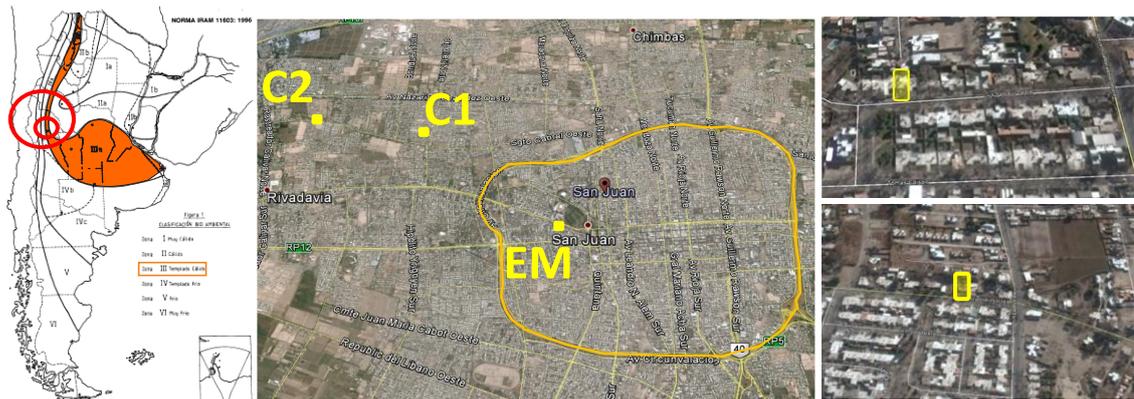
Adicionalmente se realiza un cálculo estacionario con KG-MOD (Modelo para Cálculo de la Transitancia Térmica K y el Coeficiente Volumétrico Global de Pérdidas de Calor G) (Blasco Lucas, 2013), obteniendo los valores teóricos conforme los procedimientos estipulados en las Normas IRAM 11601 (2002), 11603 (2012), 11604 (2001), 11659-1 (2004), 11659-2 (2007), y 11605 (1996).

Para el relevamiento de datos de comportamientos se simplificaron las planillas utilizadas en Sulaiman et al. (2009), pero aun así éstas fueron llenadas solo parcialmente por los habitantes de las viviendas, por lo cual se las complementó con entrevistas personales sobre sus costumbres cotidianas referidas a horarios en que normalmente abrían o cerraban aberturas, encendían equipos de distinto tipo, la cantidad de personas en cada espacio, la indumentaria que usaban, y la sensación de confort que experimentaban. El procesamiento de las mediciones se llevó a cabo con PROMEDI-HTL (Procesamiento de Mediciones Higo-Térmicas y Lumínicas) (Blasco Lucas, 2013), obteniendo figuras de evolución temporal de los parámetros climáticos, de dispersión para interrelación de los mismos, y de barras representando las tablas de síntesis estadísticas con los valores máximos, mínimos, medios y de amplitudes. A partir de esta base de datos se crearon macros para obtener las temperaturas medias diarias del período en el cual se relevaron manualmente los datos de consumo, y se las relacionó con el consumo eléctrico, fluido utilizado para la climatización auxiliar en verano.

Casos de Estudio

Las viviendas seleccionadas se ubican en el área suburbana Noroeste de la ciudad de San Juan (Figura 1). Los datos descriptivos de implantación y de sus habitantes se pueden ver en las Tablas 1 y 2.

Figura 1. Localización de San Juan, de los casos de estudio C1 y C2, y de la estación meteorológica (EM).



Fuente: Norma IRAM 11603 (2012) y Google Earth.

Tabla 1. Datos de implantación de las viviendas

Concepto	C1	C2
Latitud	31° 31' 24"	31° 30' 58"
Longitud	68° 34' 07"	68° 35' 09"
Altura snm (m)	671	682
Superficie cubierta (m ²)	69,40	95,25
Perímetro vivienda (m)	37,40	45,20
Volumen vivienda (m ³)	173,50	282,00
Area terreno (m ²)	250,00	365,00
Perímetro terreno (m)	70,00	93,00
Retiro frente (m)	6,15 y 8,70	6,00 y 12,31
Profundidad fondo (m)	8,50 y 11,64	18,00
Largo lote (m)	25,00	36,50
Frente lote (m)	10,00	10,00
Vegetación	Escasa	Abundante

Tabla 2. Datos de los habitantes

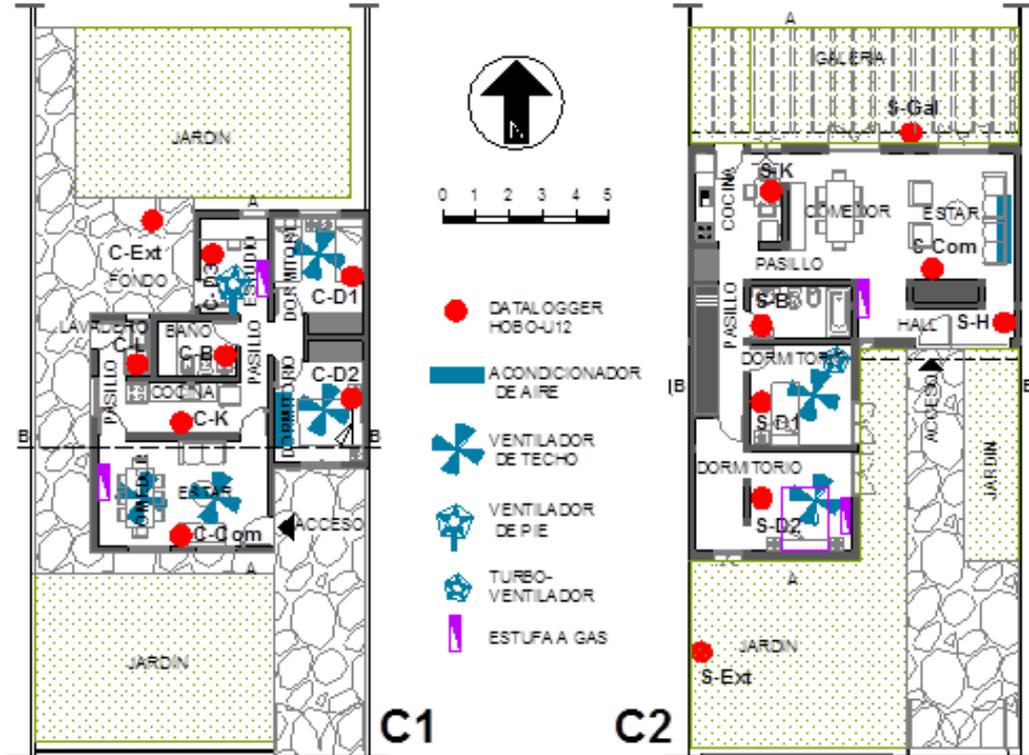
Habitantes	Vínculo	C1		C2		
		Cantidad	Edad (años)	Cantidad	Edad (años)	
Estables	Adulto femenino	Madre	1	41	1	50
	Adulto masculino	Padre	1	42	-----	-----
	Menores varones	Hijos	2	3	-----	-----
				6	-----	-----
Adolescente varón	Hijo	-----	-----	1	15	
Transitorios	Adulto femenino	Empleada	1	23	1	56
	Adulto femenino	Abuela	1	60	1	-----

Fuente: Tablas elaboradas por I. Blasco Lucas

Tanto el lote como la vivienda de C2 son mayores que C1, respectivamente en un 32% y un 27%, y está habitada por la mitad de usuarios, cuyo promedio de edad alcanza 40 años, mientras que en C1

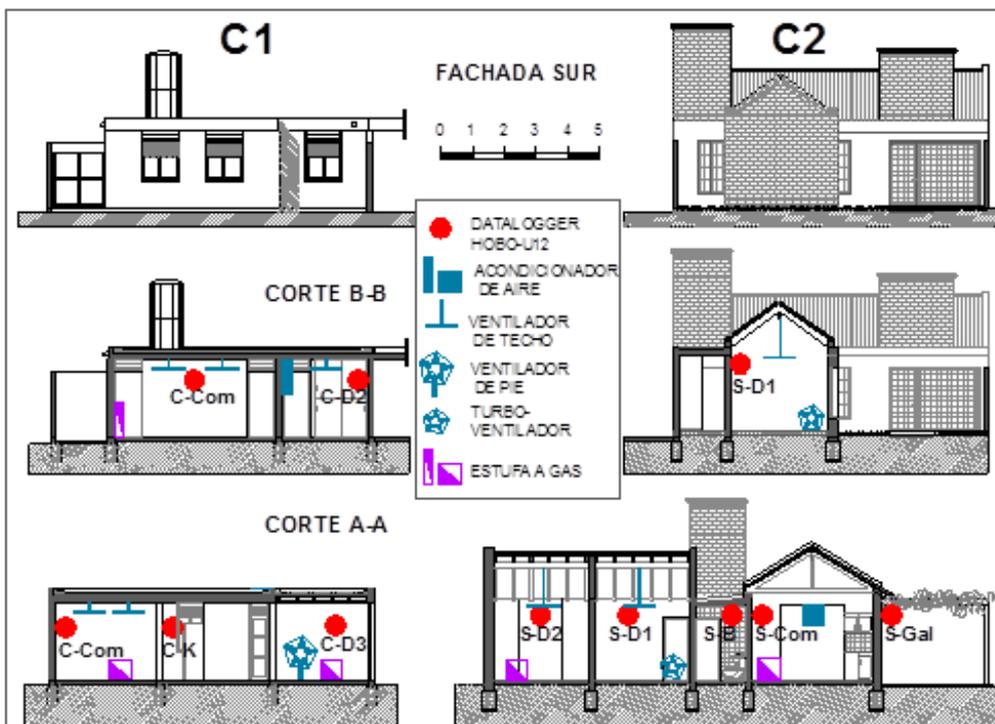
el mismo es de 29 años. Los niños y el joven respectivamente permanecen más tiempo dentro del hogar, atendidos por la empleada durante el día. En ambos casos, los padres generalmente solo están en casa a la noche, durante las comidas y la siesta en días laborales, pero los fines de semana incrementan su estadía en la morada.

Figura 2. Plantas de C1 y C2, indicando ubicación de sensores y equipos para climatización



Fuente: Figuras elaboradas por las autoras

Figura 3. Fachadas y cortes de C1 y C2, indicando ubicación de sensores y equipos para climatización



Fuente: Figuras elaboradas por las autoras

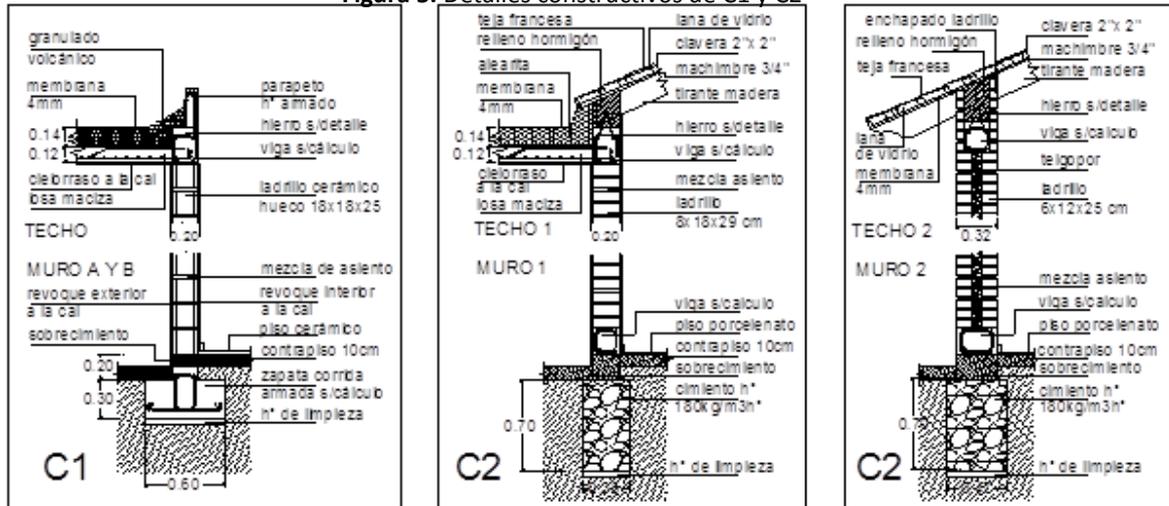
En las Figuras 2 y 3 se exhiben las plantas, fachadas y cortes de C1 y C2, con la ubicación de sensores y equipos para climatización, y en la Figura 4 se muestran fotografías de sus vistas frontales, traseras y del fondo. A su vez, la Figura 5 contiene los detalles constructivos de muros y techos, y la Tabla 3, las características térmicas de los componentes constructivos, comparadas con los valores admisibles para una calidad edilicia media (B).

Figura 4. Vistas frontales (A), traseras (B) y del fondo (C) de C1 (Superior) y C2 (Inferior)



Fuente: Fotos tomadas por I. Blasco Lucas

Figura 5. Detalles constructivos de C1 y C2



Fuente: Figuras elaboradas por las autoras

Tabla 3. Características térmicas de componentes constructivos de C1 y C2

COMPONENTES C1	Transmitancia Térmica K	Diferencia K Verano		Diferencia K Invierno		COMPONENTES C2	Transmitancia Térmica K	Diferencia K Verano		Diferencia K Invierno	
	[W/m ² °C]	[W/m ² °C]	[%]	[W/m ² °C]	[%]		[W/m ² °C]	[W/m ² °C]	[%]	[W/m ² °C]	[%]
Muro A	2,31	-1,06	-84	-1,31	-131	Muro 1	2,56	-1,31	-105	-1,56	-156
Muro B	1,91	-0,66	-53	-0,91	-91	Muro 2	0,37	0,88	71	0,63	63
Muro C	5,88	-4,63	-371	-4,88	-488	Techo 1	0,42	0,07	15	0,41	50
Techo	0,40	0,09	19	0,43	52	Techo 2	0,82	-0,30	-62	0,01	1
Piso	1,84	-2,00	-416	-1,01	-122	Piso	1,40	-1,26	-263	-0,57	-69
Puerta	2,29	-1,04	-83	-1,29	-103	Puerta	2,29	-1,04	-83	-1,29	-129
Vidrio	5,71	-4,46	-357	-4,71	-471	Vidrio	5,75	-4,50	-360	-4,75	-475
Cortina PVC	5,88	-4,63	-371	-4,88	-488	Madera	2,97	-1,72	-138	-1,97	-197
						Chapa	5,88	-4,63	-371	-4,88	-488

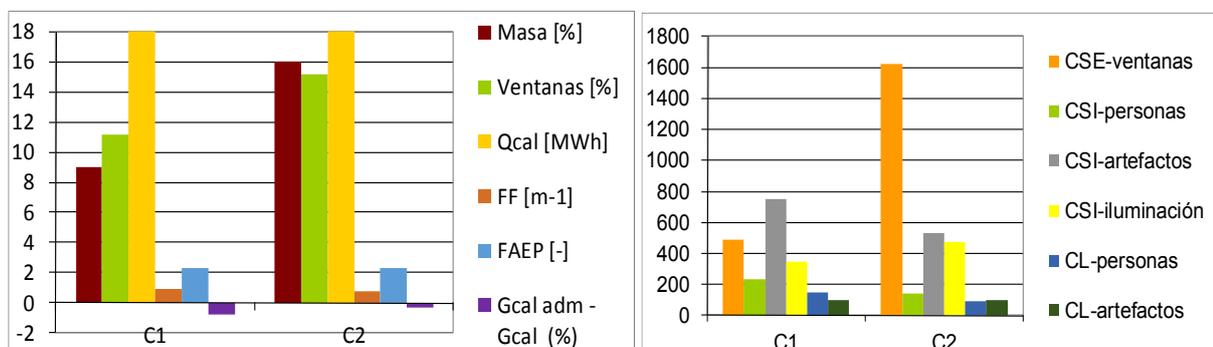
Fuente: Tablas elaboradas por I. Blasco Lucas con KG-MOD

Tanto el Muro 2, como los techos de C2 cumplen los valores admisibles recomendados por la Norma IRAM 11605 (1996) para la zona de implantación, en mayor grado el Techo 1 que el Techo 2, y casi igual que el de C1. El resto de los componentes superan los umbrales de 1 a casi 5 veces.

Cálculos Estacionarios

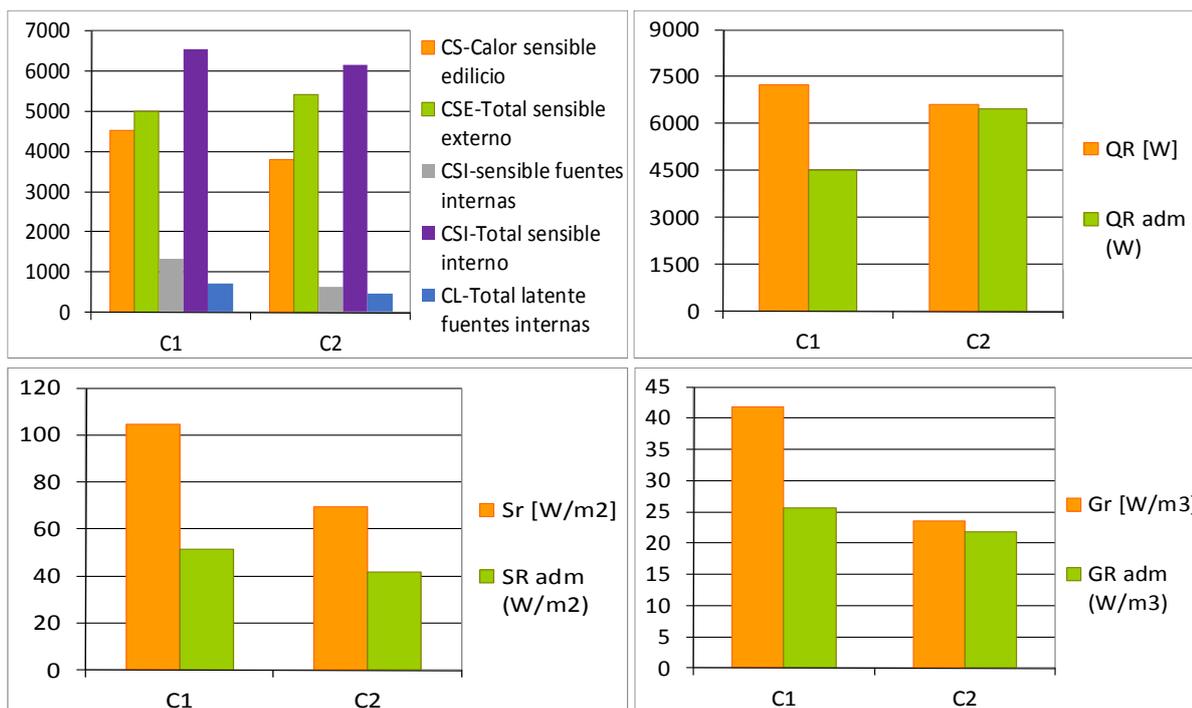
Los resultados obtenidos con KG-MOD en la Figura 6 (Izq.) muestran que ambos casos poseen factores de forma similares, correspondiendo un FF de $0,92m^{-1}$ a C1 y de $0,79m^{-1}$ a C2, mientras que el FAEP (Factor de Área Envolvente / Piso) (Esteves et al., 1997) es de 2,29 y 2,33 respectivamente. El volumen relativo de masa térmica de C2 es un 7% mayor que C1, siendo para éste de 9,04%, y la superficie relativa de aventanamientos está un 4% por sobre C1, que tiene un 11,19%. Aún así, la carga térmica de calefacción anual (Q_{cal}) de C2 es solo 1,6 MWh mayor que C1, el cual tiene 18,04 MWh. Estas características determinan que el coeficiente Volumétrico Global se encuentre un 31% por encima del límite estipulado en la Norma IRAM 11604 (2001) para C2 y un 71% más alto para C1, siendo de $2,27W/m^3C$ y $3,40W/m^3C$ respectivamente.

Figura 6. Índices morfológico-energéticos y cargas calculadas de C1 y C2 con KG-MOD



Fuente: Figuras elaboradas por I. Blasco Lucas con KG-MOD

Figura 7. Cargas de calor e índices de refrigeración de C1 y C2 calculadas con KG-MOD

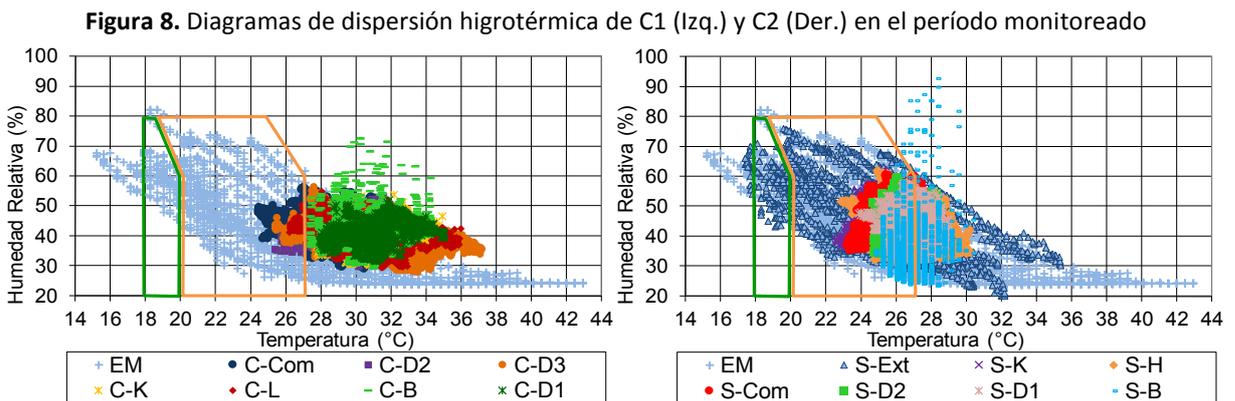


Fuente: Figuras elaboradas por I. Blasco Lucas con KG-MOD

Las Cargas de Calor Sensible (CS) calculadas conforme las Normas IRAM 11659-1 y 2 (2004 y 2007) se muestran en el gráfico derecho de la Figura 6 y el izquierdo de la Figura 7. Las correspondientes a las ventanas (CSE) de C2 son un 70% mayores que en C1, y las de iluminación (CSI) un 27%, mientras que las internas debidas a artefactos es en C1 un 29% mayor que en C2 y las originadas por personas un 40%. A su vez las cargas de calor latente por personas es un 40% menor en C2. El calor sensible externo (envolvente + asoleamiento) es un 8% menor en C1 y el interno de éste es un 6% mayor que C2. Comparando la Carga Térmica de Refrigeración (Q_R) con los valores admisibles (Figura 7, Sup. Der.), resulta que C1 lo supera en un 60%, y C2 solo en un 2%. Las diferencias en el Coeficiente Superficial de Refrigeración (S_r) alcanzan un 104% superior en C1 y un 67% en C2 (Figura 7, Inf. Izq.). Algo similar sucede para C1 con el Coeficiente Volumétrico de Refrigeración (G_r) que es un 63% superior, en cambio para C2 solo un 8% (Figura 7, Inf. Der.). La carga térmica de climatización anual asciende a 31,05MWh para C1 y 30,56MWh para C2, de lo cual resulta un consumo energético teórico de 447 kWh/m²año en C1 y de 321 kWh/m²año en C2, esto implica que C1 presenta un incremento del orden de 39,4% respecto C2.

Mediciones Higrotérmicas y Energéticas

Las lecturas del sensor EM corresponden a los datos exteriores registrados por la Estación Meteorológica del IEE y las de los dataloggers C-Ext y S-Ext, a los respectivos tomados en el fondo de C1 y en el jardín de C2. El período de monitoreo abarcó en forma continua desde el 26 de febrero hasta el 15 de marzo. El diagrama de dispersión higrotérmica de C1 se muestra en la Figura 8 (Izq.). En él se observa que la mayoría de los locales permanecieron casi todo el tiempo en disconfort, oscilando entre temperaturas de 24°C y 37°C, y humedad relativa (HR) entre 30% y 55%. El comedor (C-Com) fue el espacio que alcanzó a estar un 20% dentro de la zona de confort ampliado, entre 24°C y 27°C. El diagrama ubicado a la derecha en la Figura 8 resume los valores de C2, con variaciones de temperatura entre 23°C y 30°C, y HR entre 30% y 60%, teniendo un 70% de los puntos dentro de la zona de confort ampliado, mientras la temperatura exterior varió entre 15°C y 43°C y la HR entre 22% y 85%.

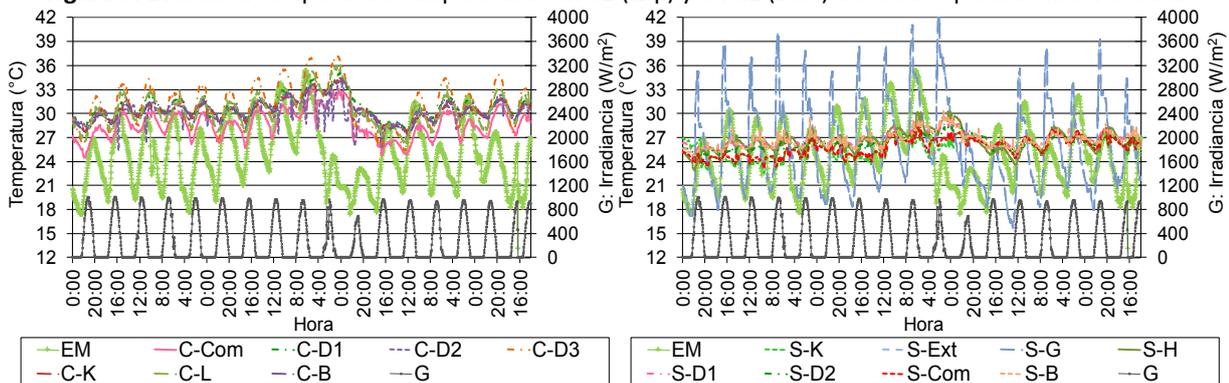


Fuente: Figuras elaboradas por I. Blasco Lucas con KG-MOD

La Figura 9 contiene el gráfico de evolución temporal de temperaturas en C1 (Izq.) y de C2 (Der.). En el interior de C1, se observa una buena amortiguación de la onda térmica exterior, con leve desplazamiento de la misma, lo cual indica un escaso retardo de los componentes constructivos. El local C-D3, con muros expuestos al Oeste y al Norte y ventana en esta orientación, alcanzó las máximas temperaturas y las mayores amplitudes térmicas, mientras que C-Com fue el que se

mantuvo con temperaturas más bajas, favorecido por las aberturas al Sur, la ventilación cruzada y el movimiento de aire producido por los ventiladores de techo. Aún así estuvo solo breves momentos cerca del margen superior dentro de la zona de confort ampliada. En C2, también fue el Estar-Comedor (S-Com) el local más fresco, que se mantuvo casi todo el tiempo dentro de la zona de confort ampliado, con 3°C menos respecto a la amplitud térmica de C-Com. A su vez, las mediciones interiores tuvieron importante amortiguación y retardo respecto a las exteriores, demostrando la alta inercia y el buen aislamiento térmico que sus componentes constructivos poseen.

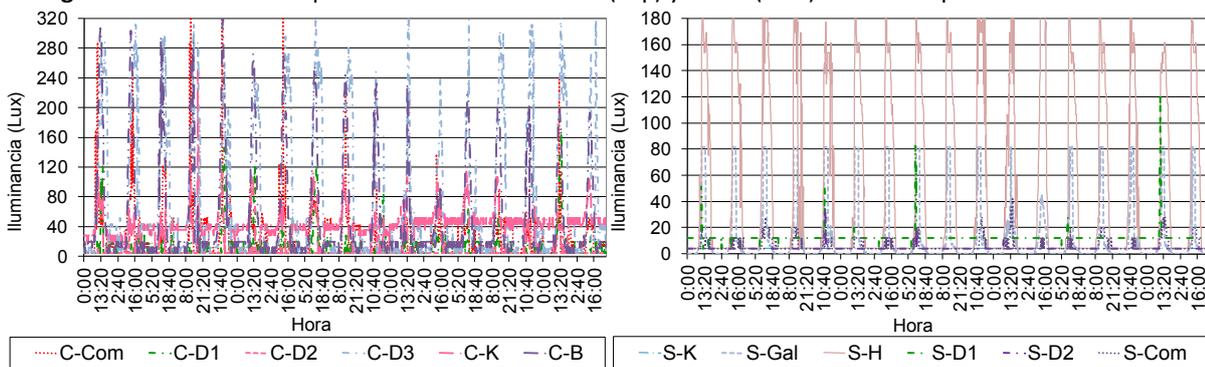
Figura 9. Evolución temporal de temperaturas en C1 (Izq.) y en C2 (Der.) durante el período monitoreado



Fuente: Figuras elaboradas por I. Blasco Lucas con KG-MOD

En la Figura 10 se presentan las gráficas de evolución temporal de Iluminancia en C1 (Izq.) y en C2 (Der.). La máxima de EM alcanzó 100.500 Lux, y el promedio del período fue 27.871 Lux. En C1 superaron los 100 Lux la mayor parte del tiempo C-Com, C-D3, C-L y C-K y el resto de los espacios solo lo hicieron puntualmente. Por su parte, C2 tuvo dentro de la zona de confort visual casi todos los locales, con excepción de S-H. Luego de él y S-Gal, S-D1 tuvo los valores más altos, mientras que S-Com y S-D2 alcanzaron respectivamente 43,3 Lux y 35,5 Lux.

Figura 10. Evolución temporal de Iluminancia en C1 (Izq.) y en C2 (Der.) durante el período monitoreado



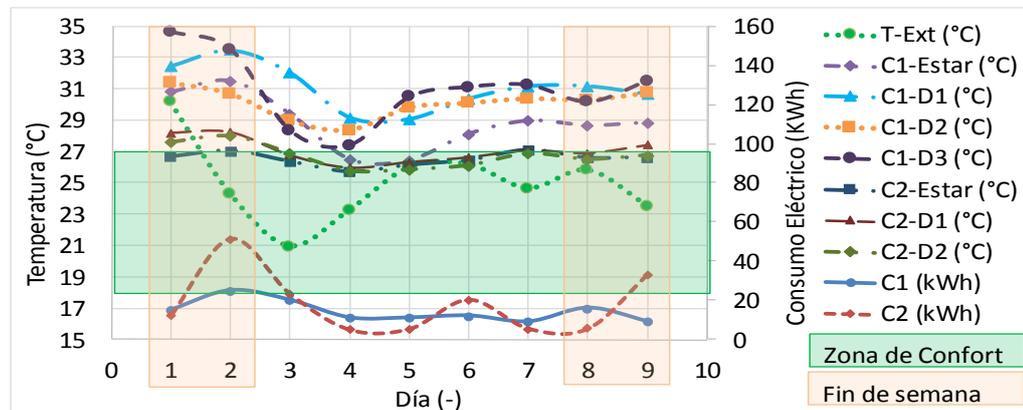
Fuente: Figuras elaboradas por I. Blasco Lucas con KG-MOD

Conforme a los datos relevados mediante la encuesta realizada a los moradores de las viviendas durante la entrevista personal, y las planillas, en C2 usaron ropa muy ligera y utilizaron en forma casi constante el equipo Split del comedor, fijando su termostato a 25°C. Además, hicieron un uso consciente de las aberturas y protecciones solares, para favorecer la ventilación cruzada S-N, y evitar ganancia solar indeseada. Por otra parte, en C1 usaron ropa liviana, haciendo funcionar intermitentemente los equipos para refrigeración, pero principalmente a mediodía y a la siesta.

Se toma como semana tipo la segunda de marzo, abarcando dos fines de semana, para relacionar el consumo eléctrico diario real y las temperaturas medias diarias de locales monitoreados en ambas viviendas, y se representa en la Figura 11.

En ella se observa que el consumo eléctrico acompaña en forma suavizada la curva de la temperatura exterior en C1, mientras que las temperaturas interiores alcanzan amplitudes similares a la misma, encontrándose la mayoría totalmente fuera de la zona de confort ampliado. En cambio, en C2 la curva de consumo sigue la de temperatura exterior, permaneciendo las temperaturas interiores con escasa amplitud térmica alrededor del extremo superior de la zona de confort ampliado. El consumo medio diario de este período fue de 14,2kWh en C1 y de 18,1kWh en C2, sin embargo, durante los días laborables (lunes a viernes) prácticamente se igualaron en 12kWh, siendo solo un 0,5kWh superior en C2. Durante los fines de semana en ambos casos los moradores se quedaron más tiempo en la vivienda, pero en C1 salieron algunas horas de paseo familiar, resultando una mayor permanencia de los usuarios en C2. Esto se reflejó en los consumos, pues la media de C1 en días no laborables fue de 16,3kWh y en C2 25,7kWh.

Figura 11. Relación temporal de temperaturas y consumos en C1 y C2 en una semana estival.



Fuente: Figura elaborada por I. Blasco Lucas con MS-Excel

Conclusiones

El Caso C1 responde a las exigencias del programa FONAVI para préstamo individual del IPV, cumpliendo con las dimensiones mínimas de los locales y la economía de construcción inicial. Posee una pequeña ampliación (donde se ubica el sensor C-D3) realizada posteriormente por sus propietarios, que incluso es menor a la prevista en el diseño inicial. Las principales características bioclimáticas de C2 son la disposición conveniente de los locales, el uso de orientaciones correctas de las aberturas, el dimensionamiento adecuado de las mismas y de los espacios, la apropiada selección de los materiales de la envolvente, el uso de pérgola como galería y el cuidadoso tratamiento con vegetación del entorno cercano para crear microclima. Siendo C1 un 27% menor de superficie y un 39% menor de volumen que C2, alberga a una familia de 4 miembros, y C2 a una compuesta de 2, contando ambos casos con una empleada en horas diurnas y la visita esporádica de las abuelas. Sin embargo, el consumo energético teórico por unidad de superficie de C1 es 39,4% mayor que C2, superando en 273% el estándar medio internacional de bajo consumo para uso residencial (120kWh/m²) según Sartori y Hestnes (2006), mientras que C2 lo hace en un 167,4%. Considerando las condiciones antes enunciadas, los datos empíricos relevados por monitoreo corroboraron el comportamiento térmico-energético teórico calculado para cada caso. Los moradores de C1 sufrieron alto desconfort térmico y lumínico, con medias superiores entre 3°C y 5°C respecto a C2, y

amplitudes mayores entre 1,5°C y 4,5°C, teniendo C2 un consumo eléctrico escasamente más elevado que C1. Esto indica por un lado, que las diferencias bioclimáticas de C2 contribuyen a lograr a la vez bienestar higrotérmico-visual y ahorro energético, y por otro, que en C1 debido al mayor número de habitantes y al hecho que 2 son niños pequeños, se utilizaron más tiempo electrodomésticos no destinados a climatización (lavarropas, plancha, luminarias, TV, etc.). En el aspecto metodológico, se comprobó que las planillas elaboradas en otras investigaciones (Sulaiman et al., 2009), aún simplificadas resultaron inviables para ser llenadas por los habitantes con fines de relevar comportamientos y preferencias, debido al extremo nivel de detalles pretendidos.

Bibliografía

- BEN (2014). *Balance Energético Nacional Provisorio 2014*. Secretaría de Energía de la Nación. Ministerio de Economía. <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>
- Blasco Lucas, Irene; Rosés, Rodolfo; Hidalgo, Elena; Gómez, Walter (2004). *Niveles de satisfacción y consumo energético en viviendas FONAVI*. Actas Digitales del II Simposio de la Vivienda en la Sociedad de Hoy, Tr. 74. Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional. Mendoza.
- Blasco Lucas, Irene (2013). *Arquitectura Sustentable en Hábitat Rural de Zona Árido-Sísmica: Aportes Teórico-Metodológicos*. Tesis Doctoral en Arquitectura. Universidad de Mendoza.
- Díaz, Carlos; Corredera, Carlos y Czajkowski, Jorge (2005). *Resultados de Mediciones de Confort Higrotérmico en Viviendas de Interés Social en Tierra del Fuego*. Campaña de Verano. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 9, 05.79-05.84.
- Estevez, Alfredo; Gelardi, Daniel; Oliva, Alejandro (1997). *The shape in the bioclimatic architecture: the FAEP factor*. Proceedings of II Conference on Teachers in Architecture, Chapter 3.12.
- Filippín, Celina y Follari, Jorge (2003). *Comportamiento térmico de un proyecto demostrativo bioclimático en San Luis*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 13, 5.69-5.76.
- IRAM (1996, 2001, 2002, 2004, 2007 y 2012). *Serie 11600 de Normas para acondicionamiento térmico de edificios*. Instituto Argentino de Normalización.
- Mesquida, Sabrina y Blasco Lucas, Irene (2010a). *Análisis Socio-Técnico del Comportamiento Higrotérmico-Lumínico en dos Casos de Estudio de Viviendas*. Energías Renovables y Medio Ambiente 25, 39-46.
- Mesquida, Sabrina y Blasco Lucas, Irene (2010b). *Eficiencia Energética: Análisis Comparativo entre dos Viviendas Convencionales*. Energías Renovables y Medio Ambiente 25, 73-80.
- Sartori, I.; Hestnes, A.G (2006). *Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: a review article*. Energy and Buildings 39, 249-257. Elsevier Journal. Home page: www.elsevier.com/locate/enbuild
- Sulaiman, Halimi; Blasco Lucas, Irene; Filippín, Celina (2009). *Incidencia del usuario en el comportamiento higrotérmico estival de una vivienda convencional en San Juan*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 13, 05.53-05.60.